Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian:
Teknik Inventarisasi dan Pemetaan hutan

Pengukuran dan Pemetaan Hutan

Salah satu kegiatan analisis vegetasi pada hutan mangrove yang terdapat pada SMRS

1,30 m

KELAS
XI
SEMESTER 4

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Prinsip pembelajaran kontekstual (*contextual learning*) yang diharapkan mampu mengubah gaya belajar siswa dalam memahami setiap ilmu dan materi yang dipelajari di sekolah menjadi salah satu komponen dasar penyusunan bahan ajar bagi guru dan siswa. Disisi lain pembelajaran akselerasi (*accelerated learning*) berkontribusi dalam menciptakan nuansa dan iklim kegiatan belajar yang kreatif, dinamis serta tak terbatas oleh sekat ruang kelas (*learning with no boundaries*). Proses pembelajaran tersebut mampu memberi spektrum warna bagi kanvas ilmu pengetahuan yang sejatinya harus menjadi bagian dari proses pengalaman belajar (*experiential learning*) ilmiah, kritis dan dapat diterapkan (*applicable*).

Buku teks siswa SMK tahun 2013 dirancang untuk dipergunakan siswa sebagai literatur akademis dan pegangan resmi para siswa dalam menempuh setiap mata pelajaran. Hal ini tentu saja telah diselaraskan dengan dinamika Kurikulum Pendidikan Nasional yang telah menjadikan Kurikulum 2013 sebagai sumber acuan resmi terbaru yang diimplementasikan di seluruh sekolah di wilayah Republik Indonesia secara berjenjang dari mulai pendidikan dasar hingga pendidikan menengah.

Buku ini disusun agar menghadirkan aspek kontekstual bagi siswa dengan mengutamakan pemecahan masalah sebagai bagian dari pembelajaran dalam rangka memberikan kesempatan kepada siswa agar mampu mengkonstruksi ilmu pengetahuan dan mengembangkan potensi yang dimiliki oleh setiap individu mereka sendiri. Secara bahasa, buku ini menggunakan bahasa yang komunikatif, lugas dan mudah dimengerti. Sehingga, siswa dijamin tidak akan mengalami kesulitan dalam memahami isi buku yang disajikan.

Kami menyadari bahwa penyusunan dan penerbitan buku ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Kami ucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang diberikan. Semoga buku ini dapat memberi kontribusi positif bagi perkembangan dan kemajuan pendidikan di Indonesia.

Jakarta, Desember 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

GLOSARIUM

Atraksi lokal	Kondisi medan magnet setempat di lapangan pengukuran yang dapat mempengaruhi jarum magnet kompas.
Azimuth	Sudut yang dibentuk dari garis arah utara terhadap garis arah suatu titik yang besarnya diukur searah jarum jam.
Azimuth matahari	Azimuth astronomi matahari pada bola langit.
Deklinasi magnetik	Sudut mendatar di sebuah titik dimulai dari arah utara geografis ke ke arah kutub utara magnetik.
Deklinasi matahari	Sudut yang dibentuk oleh bidang lingkaran ekliptika matahari dengan bidang lingkaran ekuator bumi.
Garis agonik	Garis yang melalui tempat-tempat yang deklinasinya nol.
Garis isogon	Suatu garis khayal yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai deklinasi magnetik sama.
Koreksi boussole	Suatu angka besaran sudut mendatar yang harus ditambahkan kepada angka azimuth hasil pengukuran jarum magnet alat ukur untuk memperbaiki salah tunjuk jarum magnet.
Skala	Perbandingan antara jarak di peta dengan jarak datar di lapangan.
Theodolit	Instrumen/alat yang dirancang untuk menentukan tinggi tanah pengukuran sudut yaitu sudut mendatar yang dinamakan dengan sudut horizontal dan sudut tegak yang dinamakan dengan sudut vertikal.

Tinggi matahari	Sudut miring ke pusat matahari yang diukur dengan lingkaran tegak theodolit kompas
Zenith	Sudut vertikal yang pengukurannya dilakukan dengan menggunakan alat ukur theodolit.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku teks berjudul "Pengukuran dan Pemetaan Hutan" akan mencakup bagaimana melakukan pengukuran dengan menggunakan teodholit kompas dan theodolit sudut. Pengolahan data hasil pengukuran ini dilakukan secara manual dan dengan menggunakan aplikasi komputer. Dimana pengolahan data dengan penggunaan komputer akan lebih ditekankan karena faktor kecepatan dan kesalahan-kesalahan karena banyaknya data yang harus diolah bisa dihindari.

Manfaat dari penguasaan kompetensi ini di bidang kehutanan adalah untuk melakukan pengukuhan kawasan hutan. Sedangkan di luar bidang kehutanan keterampilan ini bisa dimanfaatkan untuk melakukan kegiatan Survey Investigasi dan Disain di bidang perkebunan, pengukuran persil tanah di bidang keagrariaan.

B. Prasyarat

Sebelum mempelajari buku teks ini, peserta didik harus telah mempunyai kemampuan tentang Trigonometri pada mata melajaran matematika, dan Keterampilan Komputer dan Pengelolaan Informasi.

C. Petunjuk Penggunaan

Untuk menguasai dengan benar keterampilan dalam "Pengukuran dan Pemetaan Hutan" ini, lakukan hal-hal berikut :

1. Ikuti urut-urutan buku teks ini dengan baik.
2. Lakukan latihan-latihan menggunakan alat sesuai petunjuk buku teks di luar jam yang terjadwal, terutama dalam melakukan pengamatan matahari untuk menentukan koreksi boussoule dan penentuan azimuth.

3. Gunakan tipe-tipe alat yang berbeda dalam melakukan satu jenis kegiatan pengukuran.

D. Tujuan Akhir

Tujuan akhir yang hendak dicapai oleh peserta didik setelah menyelesaikan buku teks ini adalah :

1. Mampu melakukan pengukuran dengan menggunakan theodolite kompas dan menggambarkannya baik secara manual maupun dengan fasilitas aplikasi komputer
2. Mampu melakukan pengukuran dengan menggunakan theodolit sudut dan menggambarkannya baik secara manual maupun dengan fasilitas aplikasi komputer

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Buku teks ini terdiri atas 4 Kompetensi Inti yang dijabarkan ke dalam Kompetensi Dasar. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar tersebut adalah :

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
   - 1.1 Bertambah keimanannya dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya
   - 1.2 Penerapan penggunaan panca indera sebagai alat komunikasi secara efektif dan efisien berdasarkan nilai-nilai agama yang dianut
   - 1.3 Meyakini bahwa bekerja di sektor kehutanan adalah salah satu bentuk pengamalan perintah Tuhan yang harus dilakukan secara sungguh-sungguh

2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
   - 2.1 Memiliki motivasi internal dan menunjukkan rasa ingin tahu dalam pembelajaran.
   - 2.2 Menunjukkan perilaku ilmiah (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong) dalam melakukan pembelajaran sebagai bagian dari sikap ilmiah
   - 2.3 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam pembelajaran sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap kerja
   - 2.4 Memiliki sikap proaktif dalam melakukan kegiatan di sektor kehutanan
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah
   - 3.4 Menjelaskan cara pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas
   - 3.5 Menjelaskan cara pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung
   - 4.4 Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas
   - 4.5 Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut

F. Cek Kemampuan Awal

Dalam rangka mengetahui kemampuan awal peserta didik terhadap materi pembelajaran, berikut ini tersedia daftar pertanyaan yang harus dijawab.

Berilah check point (√) pada setiap uraian di dalam tabel berikut ini. Isilah sesuai dengan kemampuan anda yang sebenarnya.

NO.	KD	URAIAN	KRITERIA		KETERANGAN
			YA	TIDAK	
1.	3.4	Peserta didik dapat menjelaskan pengertian koreksi Boussole	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
2.	3.4	Peserta didik dapat menjelaskan tujuan koreksi Boussole	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
3.	3.4	Peserta didik dapat menjelaskan bagian-bagian alat theodolit kompas	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
4.	3.4	Peserta didik dapat menjelaskan cara penggunaan alat theodolit kompas	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
5.	3.4	Peserta didik dapat menjelaskan cara pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
6.	3.5	Peserta didik dapat menjelaskan bagian-bagian alat theodolit sudut	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
7.	3.5	Peserta didik dapat menjelaskan cara penggunaan alat theodolit sudut	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
8.	3.5	Peserta didik dapat menjelaskan cara pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut	○	○	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !

NO.	KD	URAIAN	KRITERIA		KETERANGAN
			YA	TIDAK	
9.	4.4	Peserta didik dapat melakukan pengamatan matahari untuk menentukan koreksi Buossole	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
10.	4.4	Peserta didik dapat melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
11.	4.4	Peserta didik dapat melakukan pengolahan data hasil pengukuran baik secara manual maupun dengan menggunakan aplikasi komputer	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
12.	4.4	Peserta didik dapat membuat peta baik secara manual maupun menggunkan aplikasi komputer	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
13.	4.5	Peserta didik dapat melakukan pengamatan matahari untuk menentukan azimuth antara dua titik	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
14.	4.5	Peserta didik dapat melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA,** jelaskan dengan tepat !
15.	4.5	Peserta didik dapat melakukan pengolahan data hasil pengukuran baik secara manual maupun dengan menggunakan aplikasi komputer	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA**, jelaskan dengan tepat !
16.	4.5	Peserta didik dapat membuat peta baik secara manual maupun menggunkan aplikasi komputer	◯	◯	Apabila anda menjawab **YA**, jelaskan dengan tepat !

Keterangan:

KD = Kompetensi Dasar

KD 3.4 = Menjelaskan cara pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas

KD 3.5 = Menjelaskan cara pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut

KD 4.4 = Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas

KD 4.5 = Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut

Nilai yang diperoleh peserta didik kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel status penguasaan kompetensi dasar di bawah ini :

Penguasaan Hasil Belajar	**Tingkat Penguasaan**	**Kriteria**	**Tindak Lanjut**
Belum Menguasai	< 70 %	Kurang	Mengulangi proses pembelajaran yang telah dipersyaratkan
Sudah Menguasai	70 % – 79 %	Cukup	Penguatan dan Pengayaan dengan bimbingan guru
	80 % – 90 %	Baik	Penguatan dan Pengayaan melalui belajar mandiri (*Self Learning*)
	> 90 %	Baik Sekali	Mengerjakan lembar test yang tersedia pada pembelajaran

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas

A. Deskripsi

Pada kegiatan pembelajaran 1 akan membahas bagaimana melakukan pengukuran areal hutan dengan menggunakan theodolit kompas. Sebelum melakukan pengukuran areal hutan, perlu dilakukan kegiatan pengamatan matahari yang bertujuan untuk menentukan koreksi Buossole. Koreksi bussole dapat diartikan sebagai suatu angka besaran sudut mendatar yang harus ditambahkan kepada angka azimuth hasil pengukuran jarum magnet alat ukur untuk memperbaiki salah tunjuk jarum magnet akibat adanya deklinasi magnetik, atraksi lokal dan kesalahan letak bagian-bagian alat ukur, sehingga diperoleh azimuth geografis yang diperlukan guna membuat peta hasil pengukuran.

Setelah menentukan koreksi Boussole, maka dapat dilakukan pengukuran areal hutan. Pengolahan data hasil pengukuran ini dilakukan secara manual dan dengan menggunakan aplikasi komputer. Dimana pengolahan data dengan penggunaan komputer akan lebih ditekankan karena faktor kecepatan dan kesalahan-kesalahan karena banyaknya data yang harus diolah bisa dihindari. Setelah kegiatan pengolahan data, juga dilakukan kegiatan penyajian data dalam bentuk peta baik dibuat secara manual ataupun dengan menggunakan aplikasi komputer.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kompetensi dasar ini peserta didik mampu :

a. Mendeskripsikan alat ukur theodolit kompas berdasarkan bagian-bagiannya
b. Mengecek kelayakan pakai alat ukur theodolit kompas sesuai standar teknis
c. Merawat alat ukur theodolit kompas berdasarkan standar teknis
d. Menggunakan alat ukur theodolit kompas berdasarkan standar teknis
e. Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas
f. Mengolah data hasil pengukuran areal hutan dengan theodolit kompas

2. Uraian Materi

a. Pengertian dan Tujuan Koreksi Boussole

Pengukuran poligon kompas berarti menggunakan jarum magnet kompas sebagai alat ukur arah atau azimuth, dalam hal ini azimuth magnetik. Masalah yang khas dalam pengukuran azimuth dengan kompas adalah adanya deklinasi magnetik, yaitu sudut penyimpangan arah utara yang ditunjukkan oleh jarum magnet dari arah utara sebenarnya, hal ini disebabkan perbedaan tempat titik kutub utara magnetik dengan titik kutub utara bumi sebenarnya (geografis). Padahal arah utara acuan yang diperlukan pada pembuatan suatu peta adalah arah utara Geografis.

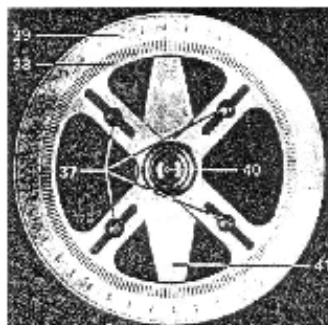
Selain itu pada penggunaan jarum magnet sebagai acuan pengukuran tanah, terdapat penyimpangan atau salah tunjuk jarum magnet disebabkan adanya deklinasi dan atraksi lokal, yaitu kondisi medan magnet setempat di lapangan pengukuran yang dapat mempengaruhi jarum magnet kompas, misalnya jembatan besi, pagar besi atau daerah pertambangan besi. Kondisi

bagian-bagian alat ukur yang kurang baik dapat pula menyebabkan salah tunjuk jarum magnet.

Jadi kegiatan pekerjaan koreksi bussole dimaksudkan untuk memperoleh data mengenai koreksi yang harus ditambahkan kepada azimuth-azimuth magnetis hasil pengukuran dengan kompas sehingga diperoleh azimuth-azimuth geografis untuk keperluan pembuatan peta hasil pengukuran.

Sebelum membahas lebih lanjut mengenai metode penentuan koreksi bussole, terlebih dahulu kita bahas pengertian masing-masing penyebab perlunya dilakukan koreksi bussole terhadap hasil ukuran theodolit kompas dan pengertian koreksi bussole, yaitu :

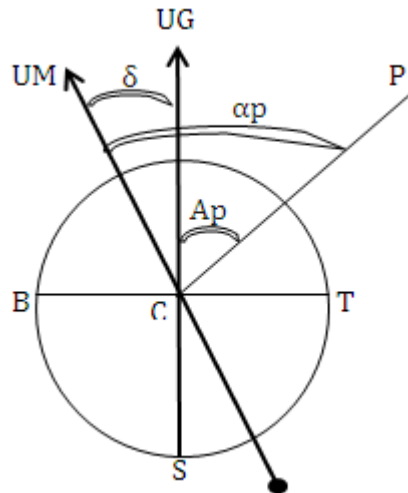
1) Deklinasi magnetik

   Alat utama sebuah kompas terdiri atas sebuah jarum baja bermagnet yang dipasang pada sumbu putar di titik pusat lingkaran alat ukur, lingkaran alat ukur biasanya berupa piringan yang sekelilingnya dibuat garis-garis pembagian ukuran sudut dari 0° sampai dengan 360°, garis angka 0° - 180° dibuat sejajar dengan kutub utara-selatan jarum magnet (gambar 1).

Keterangan :

37. Sekrup keseimbangan
38. Graduasi lingkaran
39. Angka-angka
40. Poros putar
41. Batang Magnet.

Gambar 1. Jarum magnet pada theodolit kompas

Jarum magnet pada alat ukur akan berputar bebas dan kutub utara jarum magnet akan selalu mencari dan menunjuk ke arah kutub utara magnetik bumi. Titik kutub utara magnetik tidak sama dengan kutub utara geografi dan sifatnya tidak menetap, yaitu mengalami perubahan

harian dan tahunan. Menurut data USGS pada tahun 1980 terletak pada lintang 76,8° U dan bujur 101,5° B (Brinker R.C. et all , 1986). Sehingga arah utara magnetik bumi bila dibandingkan dengan arah kutub utara geografi akan membentuk sudut yang dinamakan deklinasi magnetik (Gambar 2).

Gambar 2. Deklinasi magnetik

Keterangan :

UM = Utara Magnetik;

UG = Utara Geografis

δ = deklinasi magnetik (deklinasi barat)

αp = azimuth magneik CP;

Ap = azimuth geografis CP

Jadi deklinasi magnetik adalah sudut mendatar di sebuah titik dimulai dari arah utara geografis ke ke arah kutub utara magnetik, dapat terjadi deklinasi timur (-) jika arah utara magnetik disebelah timur arah utara geografis dan deklinasi barat (+) jika arah utara magnetik disebelah barat arah utara geografis. Besarnya sudut deklinasi magnetik di suatu tempat dapat diperoleh (jika tidak ada gaya tarik lokal) dengan

menetapkan azimuth geografis dari sebuah garis melaui pengamatan astronomi dan kemudian mengukur azimuth magnetis garis tersebut dengan sebuah kompas. Suatu garis khayal yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai deklinasi magnetik sama disebut garis isogon, sedangkan garis yang melalui tempat-tempat yang deklinasinya nol disebut garis agonik.

Deklinasi magnetik berhubungan dengan jaraknya ke kutub magnetik bumi, makin dekat makin besar sudut deklinasinya dan makin besar selisih deklinasi pada arah barat ke timur. Misalnya deklinasi magnetik di Jerman bagian barat 12° dan di bagian timur pada jarak 900 km besar deklinasi 5°, sehingga terdapat perubahan sebesar ± 4',6 per 10 km. Sedangkan di Indonesia yang jauh dari kutub magnetik bumi deklinasi kurang dari 4° 00' (Frick H., 1979).

Selain deklinasi, di Eropa dan bagian bumi bagian utara lainnya jarum magnet juga mengalami inklinasi, yaitu kemiringan jarum magnet ke bagian bawah bidang mendatar sehingga harus dipasangi ring penyeimbang agar dapat berputar mendatar. Di Indonesia inklinasi sangat kecil dan tidak berpengaruh terhadap perputaran jarum magnet.

2) Atraksi lokal

Masalah lain dalam pengukuran dengan kompas adalah adanya gangguan medan magnet lokal (atraksi lokal) terhadap jarum magnet kompas yang sedang digunakan, hal ini disebabkan oleh benda-benda logam seperti besi pagar, baja jembatan, rel kereta api dan sebagainya termasuk bahan tambang besi/baja dan nikel, sehingga jarum magnet menunjukkan azimuth (magnetik) yang salah. Dengan demikian seorang juru ukur dan pembantunya hendaknya jangan membawa benda-benda yang terbuat dari besi atau nikel dekat dengan alat ukur.

Hal yang perlu disyukuri adalah bahwa pengaruh benda-benda logam tersebut pada jarum magnet kompas berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya, sehingga menjauhi 5 m sampai 25 m (tergantung ukurannya) dari benda logam yang diketahui sudah cukup untuk menghilangkan pengaruhnya.

3) Kesalahan alat ukur

Jika semua bagian alat ukur berada dalam kondisi yang baik dan tidak ada atraksi lokal, maka koreksi bussole akan sama besarnya dengan deklinasi magnetik. Karena satu atau beberapa bagian theodolit kompas dalam kondisi kurang baik, menyebabkan jarum magnet tidak menyatakan azimuth magnetik yang benar, sehingga koreksi bussole tidak sama besar dengan deklinasi magnetik.

Kesalahan-kesalahan yang dapat terjadi pada suatu theodolit kompas terdiri dari:

a) Jarum magnet tidak tepat sejajar dengan garis angka 0° - 180° pada lingkaran mendatar
b) Kesalahan eksentrisitas poros penyangga jarum magnet terhadap titik pusat lingkaran mendatar
c) Kesalahan kolimasi, yaitu garis bidik teropong tidak tegak lurus sumbu kedua theodolit kompas.
d) Garis nivo tidak tegak lurus sumbu kesatu

Karena kondisi dari alat-alat ukur tidak sama, hal ini menyebabkan bahwa di suatu tempat yang sama koreksi bussole dari beberapa theodolit kompas tidak sama besarnya, sehingga angka koreksi bussole dari satu theodolit kompas hanya berlaku untuk data hasil pengukuran dari alat yang sama yang digunakan pada waktu pengukuran di lapangan.

4) Koreksi Bussole

Salah tunjuk jarum magnet kompas akibat ketiga permasalahan tersebut di atas harus diperbaiki sekaligus dengan suatu angka koreksi jarum magnet yang disebut dengan koreksi bussole. Dan dari uraian-uraian permasalahannya, maka koreksi bussole dapat diartikan sebagai suatu angka besaran sudut mendatar yang harus ditambahkan kepada angka azimuth hasil pengukuran jarum magnet alat ukur untuk memperbaiki salah tunjuk jarum magnet akibat adanya deklinasi magnetik, atraksi lokal dan kesalahan letak bagian-bagian alat ukur, sehingga diperoleh azimuth geografis yang diperlukan guna membuat peta hasil pengukuran.

Penentuan koreksi bussole dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu;

a) Dengan menggunakan dua titik tetap yang telah diketahui koordinatnya, misalnya titik P (xp ; yp) dan Q (xp ; yp).

Pada cara ini azimuth garis lurus PQ yang menghubungkan dua titik P dan Q yang telah diketahui koordinatnya diukur dengan theodolit kompas sehingga diperoleh azimuth magnetik (αm), kemudian hasilnya dibandingkan dengan azimuth geografis (α) garis lurus PQ yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Arc tan } \alpha = \frac{Xq - Xp}{Yq - Yp}$$

Maka koreksi bussole : $C = \alpha - \alpha m$

Cara ini hitungannya mudah, namun kesulitannya adalah menemukan dua titik tetap yang berkoordinat di lapangan apalagi yang dekat dengan lokasi pengukuran, sehingga pada praktiknya sangat jarang dilakukan. Karena itu cara ini tidak akan dibahas lebih lanjut.

b) Dengan mengukur tinggi matahari

Cara kedua yang merupakan aplikasi pengukuran astronomi, adalah penentuan azimuth ke matahari dengan metode pengukuran tinggi matahari kemudian membandingkannya dengan azimuth ke matahari hasil pengukuran jarum magnet theodolit kompas. Karena kutub utara bola langit berimpit dengan kutub utara bumi (geografi), maka perbedaannya merupakan koreksi bussole.

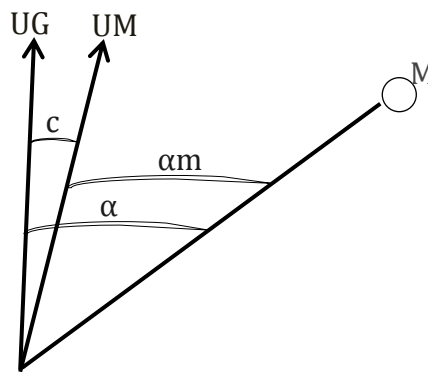
Tujuan pekerjaan penentuan koreksi bussole adalah untuk memperoleh data mengenai koreksi yang harus ditambahkan kepada azimuth-azimuth magnetis hasil pengukuran dengan theodolit kompas, sehingga diperoleh azimuth-azimuth geografis yang diperlukan dalam pengolahan data untuk membuat peta hasil pengukuran.

Dengan demikian koreksi bossole secara sekaligus merupakan koreksi terhadap seluruh kesalahan pada pengukuran azimuth dengan theodolit kompas yang terdiri atas;

- Koreksi terhadap deklinasi magnetis,
- Koreksi terhadap atraksi lokal,
- Koreksi terhadap kesalahan alat ukur.

b. Penentuan Koreksi Buossole dengan Metode Pengukuran Tinggi Matahari

Penentuan besarnya koreksi bussole dapat diperoleh dengan aplikasi pengukuran astronomi pada bola langit, yaitu penentuan azimuth ke suatu bintang dengan metode pengukuran tingginya (elevasi) dan bintang yang dapat dilihat dan dibidik pada pagi dan sore hari adalah matahari. Penjelasannya dengan disederhanakan adalah sebagai berikut; karena kutub utara bola langit (KU) berimpit dengan kutub utara geografi (UG), maka azimuth ke matahari dari tempat P yang diperoleh melalui

pengukuran tinggi matahari sama dengan azimuth geografi matahari (αM). Pada waktu bersamaan dengan pengukuran tinggi matahari dilakukan juga pengukuran azimuth magnetik ke matahari (αm), sehingga dengan diperolehnya data azimuth geografi dan azimuth magnetik ke matahari dari tempat P yang sama dan pada waktu bersamaan maka besarnya koreksi busole alat ukur (c) dapat dihitung, yaitu $c = \alpha - \alpha m$ (Gambar 3).

Gambar 3. Penentuan koreksi bussole

Penentuan azimuth matahari (α) dari tempat pengukuran dilakukan dengan cara mengukur elevasi/tinggi matahari yang diketahui deklinasinya (δ), yaitu sudut yang dibentuk oleh bidang lingkaran ekliptika matahari dengan bidang lingkaran ekuator pada waktu tinggi matahari (h) diperoleh dari suatu lintang tempat pengukuran (φ) yang didapat dengan cara interpolasi dari peta rupa bumi (RBI). Azimuth ke matahari dihitung dengan persamaan astronomi dari segi tiga bola langit sebagai berikut :

$$\text{Cos } A = \frac{\text{Sin } \delta - \text{Sin } \varphi . \text{Sin } h}{\text{Cos } Q . \text{Cos } h}$$

Keterangan :

A = azimuth ke matahari

δ = Deklinasi matahari

φ = lintang tempat pengukuran

h = tinggi (elevasi) ke matahari

Penjelasan:

1) Azimuth matahari

   Yang dimaksud azimuth matahari adalah azimuth astronomi matahari pada bola langit, karena kutub utara bola langit berimpit dengan kutub utara geografi, maka besarnya azimuth astronomi matahari dari tempat pengukuran yang diperoleh dengan metode pengukuran tinggi matahari sama dengan azimuth geografinya.

2) Deklinasi matahari

   Deklinasi matahari adalah sudut yang dibentuk oleh bidang lingkaran ekliptika matahari dengan bidang lingkaran ekuator bumi dan berubah setiap saat karena gerakan bumi mengelilingi matahari. Besarnya deklinasi pada waktu tinggi matahari diukur diperoleh dengan menggunakan almanak matahari yang diterbitkan Institut Teknologi Bandung (ITB) atau Top AD pada tahun pengukuran atau empat tahun sebelumnya. Tabel Deklinasi pada almanak memuat deklinasi matahari setiap hari pada jam 7.00 untuk pengamatan pagi hari dan jam 15.00 untuk pengamatan sore hari di wilayah Indonesia bagian barat, jam 8.00 untuk pengamatan pagi hari dan jam 16.00 untuk pengamatan sore hari di bagian tengah dan jam 9.00 untuk pengamatan pagi hari dan jam 17.00 untuk pengamatan sore hari di wilayah indonesia bagian timur. Tabel juga dilengkapi perubahan deklinasi setiap jam.

   Untuk memperoleh data besarnya deklinasi matahari pada waktu pengukuran tinggi, maka harus dilakukan pencatatan waktu dengan teliti sampai detik ketika nilai tinggi matahari ditetapkan.

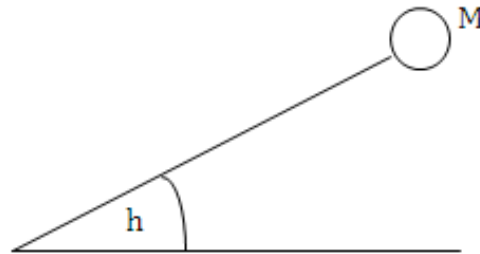
3) Lintang tempat pengukuran

   Lintang tempat pengukuran tinggi matahari dapat diperoleh dengan cara melakukan interpolasi, yaitu mengukur dan menghitung posisi

lintang tempat pengukuran pada peta rupa bumi. Lintang tempat pengukuran dihitung sampai menit.

4) Tinggi (elevasi) matahari

   Yang dimaksud tinggi matahari disini adalah sudut miring ke pusat matahari (gambar 4) yang diukur dengan lingkaran tegak theodolit kompas. Karena lingkaran tegak theodolit kompas memakai sistem sudut tegak zenith, maka dalam pengolahan data hasil ukuran harus diubah menjadi sudut miring.

Pada waktu dilakukan pengukuran gerakan matahari harus mendekati tegak lurus sehingga perubahan azimuth kecil, keadaan ini terjadi pada pagi hari dan sore hari, karena itu pengukuran baik dilakukan antara jam 7.00 sampai 9.00 dan sore hari antara jam 15.00 sampai jam 17.00.

Gambar 4. Tinggi (elevasi) matahari

Sebelum pelaksanaan pengukuran tinggi matahari perlu dipersiapkan peralatan dan bahan untuk keperluan pengamatan matahari. Alat ukur theodolit kompas yang ingin diketahui nilai koreksi bussolenya dengan metode pengukuran tinggi matahari adalah alat yang akan digunakan pada pekerjaan pengukuran. Dan hanya digunakan untuk satu kegiatan pengukuran yang berlangsung 15 – 20 hari. Hal ini dikarenakan deklinasi magnetik dan atraksi lokal mengalami perubahan tidak sama diberbagai tempat. Jadi koreksi bussole satu alat ukur hanya dapat digunakan untuk pengukuran sejauh 15 km – 20 km atau 15 hari perjalanan pengukuran.

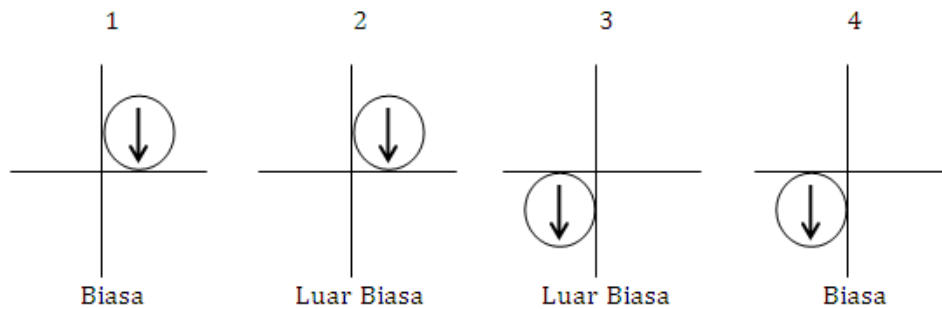
Persiapan penentuan koreksi bussole dengan metode pengukuran tinggi matahari meliputi :

1) Memeriksa kondisi alat ukur yang akan dipergunakan berikut perlengkapannya
2) Menyiapkan almanak matahari tahun yang bersangkutan atau kalau belum ada bisa digunakan almanak matahari 4 tahun sebelumnya karena datanya mendekati sama.
3) Alat tulis, blangko pengamatan dan kertas putih untuk menadah bayangan matahari.
4) Jam tangan dengan jarum detik atau jam tangan digital untuk mencatat waktu saat tinggi matahari diukur.
5) Menyiapkan peta rupa bumi daerah rencana pengukuran
6) Menentukan lokasi pengamatan matahari sesuai dengan daerah yang akan diukur Rencana tempat pengamatan matahari tidak boleh terlalu jauh dari rencana areal yang akan diukur.
7) Memplotkan tempat pengamatan sebagai suatu titik pada peta RBI kemudian diukur dan dihitung nilai lintang geografisnya
8) Memberitahukan tentang cara-cara pencatatan waktu dan pencatatan data kepada pembantu juru ukur.
9) Pada blangko pengukuran isi data; nama tempat pengamatan, lintang tempat pengamatan, tanggal pengamatan, jenis alat ukur dan nomornya dan nama pengukur.

   Tempat mendirikan alat ukur untuk pengukuran tinggi matahari harus dipilih tempat terbuka dan bebas pandang ke matahari serta jauh dari benda-benda logam yang dapat mempengaruhi jarum magnet kompas, juru ukur tidak boleh membawa benda-benda logam seperti jam tangan dan golok, jika menggunakan kaca mata sebaiknya bukan terbuat dari logam.

Alat ukur disiapkan dengan benar, posisi tripod harus kuat dan stabil, alat ukur didatarkan dengan teliti dan fokus obyektif teropong diputar untuk posisi obyek jauh tak terhingga. Selanjutnya kunci kompas dibuka sehingga jarum mahnet kompas benar-benar menunjuk ke arah utara magnetik, setelah itu kompas dikunci kembali.

Penempatan tepi-tepi matahari pada benang silang teropong ini terdiri dari dua posisi yaitu penempatan tepi kiri dan tepi atas matahari dan penempatan tepi bawah dan tepi kanan matahari yang masing-masing dilakukan dengan kedudukan teropong biasa dan luar biasa (dibalik). Dalam hal ini harus memperhatikan sifat bayangan obyek pada teropong, tegak atau terbalik. Jika bayangan tegak, maka bayangan matahari pagi hari pada kertas tadah bergerak dari atas ke bawah, sehingga tepi bawah bayangan matahari sebenarnya tepi atasnya dan sebaliknya, karena itu penting untuk menggambarkan arah gerakan matahari, yaitu seperti pada gambar 5.

Pengukuran dengan Theodolit/T0 teropomg bayangan tegak, pagi hari

Gambar 5. Posisi bayangan matahari untuk 2 posisi dan 2 kedudukan teropong

Pada gambar 5, bayangan matahari pada gambar adalah seperti yang terlihat pada kertas tadah, dimana pengamat membelakangi matahari. Sehingga tepi kanan matahari yang terlihat pada kertas tadah adalah tepi

kiri matahari dan sebaliknya. Tepat ketika tepi-tepi matahari berhasil dihimpitkan pada garis tegak dan datar benang silang, pengamat berkata "ya" cukup keras dan terdengar oleh pencatat waktu yang memegang dan memperhatikan jam tangan, waktu dicatat detik, menit dan jam nya . Selanjutnya pengamat melakukan pembacaan lingkaran mendatar (Hz) dan lingkaran tegak (V) yang hasil bacaannya diucapkan cukup keras dan jelas sehingga dapat didengar oleh pencatat.

Seluruh rangkaian pengukuran ini harus dapat diselesaikan oleh seorang juru ukur dalam waktu kurang dari 5 menit, pengukuran perlu cepat karena matahari terus bergerak.

Seperti yang telah diuraikan pada pokok bahasan terdahulu, koreksi bussole dari suatu alat ukur theodolit kompas yang diperoleh dari pengukuran tinggi matahari dihitung melalui rumus :

$$\text{Cos } \alpha = \frac{\text{Sin } \delta - \text{Sin } \varphi \text{ . Sin } h}{\text{Cos } Q \text{ . Cos } h}$$

Keterangan :

α = azimuth ke matahari

δ = Deklinasi matahari (pada blangko = D)

φ = lintang tempat pengukuran (= Q)

h = tinggi (elevasi) ke matahari (= t)

Azimuth α adalah azimuth ke pusat matahari hasil hitungan berdasarkan data pengukuran tinggi matahari h dari lintang tempat pengukuran φ dengan nilai deklinasi matahari pada rata-rata waktu pengukuran δ. Tetapi perhitungan rumus tersebut tidak dapat langsung dilakukan karena data hasil pengukuran yang diperoleh adalah tinggi dan azimuth ke tepi lingkaran matahari sehingga harus dikoreksi lebih dahulu, selain itu terdapat data dari empat kali pengukuran yang dihitung masing-masing.

Untuk memudahkan, pengolahan data dilakukan bertahap dengan menggunakan blangko pengolahan data seperti pada lampiran 3. Selanjutnya dengan mengurangkan nilai α dengan azimuth megnetik ke matahari hasil pengukuran, maka dapat ditentukan koreksi jarum magnet dari alat ukur yang digunakan, yaitu $C = \alpha - \alpha m$.

Agar pekerjaan pengolahan data berjalan dengan lancar, perlu dipersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pengolahan data hasil pengamatan matahari, yaitu:

1) Almanak matahari pada tahun yang bersangkutan atau 4 tahun yang lalu.
2) Kalkulator minimal setara Casio fx 3600
3) Data hasil pengukuran
4) Blanko pengolahan data
5) Pensil
6) Karet penghapus

Pengolahan data dilakukan dengan bertahap mengikuti keperluan perhitungan, untuk memudahkan digunakan blangko pengolahan data pengamatan matahari (lampiran 1.). Tahapan pengolahan data hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

1) Memindahkan Data dari blanko pengukuran ke blangko pengolahan meliputi :

    a) Nama lokasi tempat pengukuran
    b) Jenis, merk alat ukur dan nomornya
    c) Lintang tempat pengamatan (φ)
    d) Tanggal pengamatan
    e) Pengamat/pengukur

    Yang ditulis sesuai tempatnya masing-masing pada lembar blanko pengolahan data.

2) Merubah data sudut tegak (tinggi) ke matahari dari sudut zenith menjadi sudut miring

   Untuk menghitung koreksi bussole dengan metode tinggi matahari, maka sudut tegak yang diukur dengan sistem zenith (z) harus dikonversi menjadi sudut miring dengan ketentuan sebagi berikut :

   a) pada kedudukan teropong biasa sudut miring (m) adalah :

      $m = 90° - z$

   b) Pada kedudukan teropong dibalik, sudut miring (m) adalah :

      $m = z - 270$

   Hasil perhitungan langsung ditulis di blangko pengolahan data pada kolomnya masing-masing.

3) Menghitung rata-rata waktu pengukuran

   Rata-rata waktu pengukuran digunakan untuk menentukan deklinasi matahari pada rata-rata waktu pengukuran dilakukan. Perhitungan deklinasi didasarkan waktu standar ditambahkan dengan perubahan deklinasi dari pertambahan waktu karena pengamatan tidak mungkin tepat dengan waktu standar yang ditetapkan.

   Rumus yang dipakai untuk menghitung rata-rata waktu pengamatan (Wr) adalah sebagai berikut :

   $$Wr = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}{4}$$

   Keterangan :

   Wr = waktu rata-rata dari 4 pengukuran

   W1 = Waktu pengukuran kesatu

   W2 = Waktu pengukuran kedua

   W3 = Waktu pengukuran ketiga

   W4 = Waktu pengukuran keempat

Hasil hitungan langsung ditulis di blangko pengolahan data pada kolomnya.

4) Menghitung deklinasi matahari rata-rata waktu pengamatan

Deklinasi pada rata-rata waktu pengamatan pagi hari di wilayah Indonesia bagian barat ditulis sebagai berikut :

$D = D_{7.00} + (t_R - 7.00)\delta_t$

Keterangan:

D : Deklinasi rata-rata

$D_{7.00}$: Deklinasi jam 7.00

t_R : Waktu pengamatan rata-rata

δ_t : Perubahan tiap jam

Catatan :

Waktu standar deklinasi harus sesuai dengan wilayah waktu Indonesia waktu pengamatan (pagi atau sore), dapat dilihat lengkap pada almanak matahari.

5) Menghitung tinggi sesungguhnya

   Hasil pengukuran tinggi ke tepi lingkaran matahari bukanlah tinggi sesungguhnya karena sinar matahari yang sampai ke bumi melalui lapisan atmosfir yang melengkungkan sinar itu, sehingga sudut elevasi (tinggi) ke lingkaran matahari harus dikurangi koreksi refraksi dari almanak matahari atau boleh refraksi menengah pada lampiran tabel VI almanak.

6) Menghitung tinggi ke pusat lingkaran matahari (t)

   Seperti yang sudah dijelaskan terdahulu, tinggi matahari yang diperlukan untuk penentuan azimuthnya adalah tinggi ke pusat lingkaran matahari, sedangkan yng diukur adalah ke tepi lingkaran matahari sehingga perlu mendapat koreksi, yaitu untuk ukuran tepi atas dikurang ½ diameter matahari, untuk tepi bawah dtambah ½ diameter matahari (½d). Nilai ½ diameter matahari didapat dari almanak matahari

7) Menghitung Sin t dan Cos t
8) Menghitung Sin D
9) Menghitung Sin Q.Sin t
10) Mengurangi Sin D oleh Sin Q.Sin t
11) Mengitung Cos Q.Cos t
12) Menghitung Cos α = (hasil no. 10 dibagi hasil no. 11
13) Menghitung Azimuth tepi matahari α = arc Cos α
14) Menghitung ½ diameter matahari untuk perbaikan azimuth (½ d’).

Karena tinggi matahari tiap pengukuran berbeda, maka nilai ½ diameternya berubah sebanding dengan tingginya, sehingga dihitung :

½ d' = ½ d : Cos t

15) Menghitung azimuth ke pusat lingkaran matahari

Azimuth matahari hasil perhitungan no 13 adalah ke tepi matahari sehingga untuk memperoleh azimuth ke pusat matahari atau azimuth sesungguhnya harus dikoreksi ½ diameter matahari hasil perhitungan no. 14. Untuk ukuran tepi kiri ditambah ½ d' dan untuk ukuran tepi kanan dikurangi ½ d'

16) Menghitung Koreksi bussole

Koreksi bussole dihitung untuk setiap pengukuran, yaitu Azimuth sesungguhnya hasil no. 15 dikurangi hasil pengukuran/pembacaan azimuth magnetis. hasil 2 pengukuran ke tepi atas dan tepi kiri matahari dirata-ratakan, hasil 2 pengukuran ke tepi bawah dan tepi kanan dirata-ratakan. Dan terakhir hasil keduanya dirata-ratakan sehingga diperoleh koreksi bussole theodolit kompas yang digunakan.

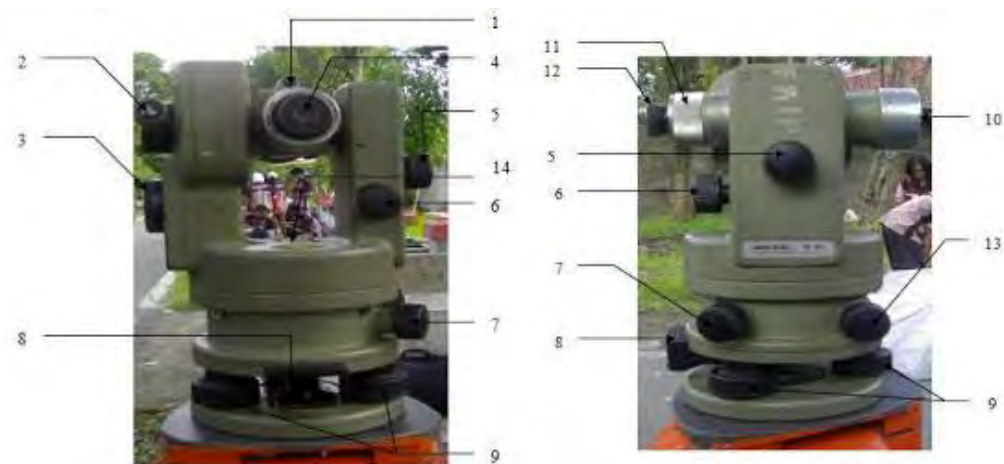
Seluruh hitungan dipermudah dengan melakukannya pada blangko pengolahan data seperti pada lampiran 2.

c. Theodolite Kompas

Theodolite atau theodolit adalah instrumen/alat yang dirancang untuk menentukan tinggi tanah, pengukuran sudut yaitu sudut mendatar yang dinamakan dengan sudut horizontal dan sudut tegak yang dinamakan dengan sudut vertikal. Dimana sudut–sudut tersebut berperan dalam penentuan jarak mendatar dan jarak tegak diantara dua buah titik lapangan. Theodolit merupakan salah satu alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan sudut mendatar dan sudut tegak. Sudut yang dibaca bisa sampai pada satuan sekon (detik).

Dalam pekerjaan–pekerjaan ukur tanah, theodolit sering digunakan dalam pengukuran poligon, pemetaan situasi maupun pengamatan matahari. Dengan adanya teropong yang terdapat pada theodolit, maka theodolit bisa dibidikkan ke segala arah. Untuk pekerjaan-pekerjaan bangunan gedung, theodolit sering digunakan untuk menentukan sudut siku-siku pada perencanaan/pekerjaan pondasi, juga dapat digunakan untuk mengukur ketinggian suatu bangunan bertingkat.

Theodolit merupakan alat yang paling canggih di antara peralatan yang digunakan dalam survei. Pada dasarnya alat ini berupa sebuah teleskop yang ditempatkan pada suatu dasar berbentuk membulat (piringan) yang dapat diputar-putar mengelilingi sumbu vertikal, sehingga memungkinkan sudut horizontal untuk dibaca. Teleskop tersebut juga dipasang pada piringan kedua dan dapat diputar-putar mengelilingi sumbu horizontal, sehingga memungkinkan sudut vertikal untuk dibaca. Kedua sudut tersebut dapat dibaca dengan tingkat ketelitian sangat tinggi.

Bagian-bagian Pesawat Theodolite Wild T_0

Gambar 6. Bagian-bagian alat Theodolit Kompas

Keterangan :

1. Visir

8. Penjetan limbus (klem pengunci

kompas)

2. Lup pembacaan sudut / nonius vertikal dan horizontal
3. Mikrometer
4. Lensa okuler
5. Sekrup pengeras/pengunci arah vertikal
6. Sekrup penggerak halus arah vertikal
7. Sekrup pengeras/pengunci arah horizontal
9. Tiga sekrup penyetel kedataran pesawat
10. Lensa obyektif
11. Sekrup pengatur fokus
12. Sekrup pengatur lensa okuler
13. Sekrup penggerak halus arah horizontal
14. Nivo kotak

d. Pemakaian dan Pembacaan Theodolite T0

1) Pembidikan Dengan Teropong pada Theodolit

Membidik target (rambu) dilakukan untuk mendapatkan data ukuran sudut dan jarak, setelah sebelumnya alat berdiri dan dilakukan pengaturan alat. Adapun langkah-langkah membidik dengan teropong sebagai berikut :

a) Arahkan teropong ke target (rambu), gunakan visir untuk memudahkan pendekatan awal ke target sasaran. Gunakan ronsel penjelas bayangan untuk memperjelas target agar benar-benar terlihat jelas.

b) Setelah teropong mengarah ke target, kunci klem horizontal dan klem sumbu II (horizontal).

c) Untuk membidik rambu tepat ditengah-tengah rambu, gerakan teropong dengan klem penggerak halus horizontal.

d) Untuk mendapatkan posisi bacaan rambu yang tepat, gerakan teropong ke arah atas atau bawah dengan menggunakan klem penggerak halus vertikal.

e) Baca rambu dan catat

f) Apabila benang silang (stadia) kurang terlihat dengan jelas, putar lensa okuler teropong ke arah putaran kiri ataupun kanan sehingga benang silang tampak jelas.

2) Pembacaan Rambu ukur

Alat ini berbentuk mistar ukur yang besar, mistar ini mempunyai panjang 3,4 bahkan ada yang 5 meter. Skala rambu ini dibuat dalam cm, tiap-tiap blok merah, putih atau hitam menyatakan 1 cm, setiap 5 blok tersebut berbentuk huruf E yang menyatakan 5 cm, tiap 2 buah E menyatakan 1 dm. Tiap-tiap meter diberi warna yang berlainan, merah-putih, hitam-putih, dll. Kesemuanya ini dimaksudkan agar memudahkan dalam pembacaan rambu.

Cara Pemasangan Bak Ukur/Rambu Ukur

a) Atur ketinggian rambu ukur dengan menarik batangnya sesuai dengan kebutuhan, kemudian kunci.

b) Letakkan dasar rambu ukur tepat diatas tengah-tengah patok (titik) yang akan dibidik.

c) Usahakan rambu ukur tersebut tidak miring/condong (depan, belakang, kiri dan kanan), karena bisa mempengaruhi hasil pembacaan.

d) Arahkan lensa pada teropong pesawat.

Hal yang perlu diperhatikan dari rambu adalah :

a) Skala rambu dalam cm atau mm atau interval jarak pada garis-garis dalam rambu tersebut setiap berapa cm atau berapa mm.

b) Skala dari rambu, terutama pada daerah sambungan rambu harus benar.

c) Rambu berdiri tepat di atas target, posisi tegak lurus dengan arah bacaan menghadap ke arah theodolit yang sedang membidik.

Cara Pemasangan Statif :

a) Letakkan statif di atas titik yng akan didirikan pesawat, kendorkan sekrup-sekrup kaki statif.

b) Tarik kepala statif sampai pada ketinggian yang dikehendaki dan usahakan kepala statif sedatar mungkin.

c) Keraskan kembali sekrup-sekrup kaki statif.

d) Buka kaki statif upayakan dengan membentuk sudut 60°, dari muka tanah dan ujungnya membentuk segitiga sama sisi.

e) Upayakan lubang sekrup pengunci tepat di atas titik center point.

f) Injak kaki statif ke dalam tanah dengan tetap memperhatikan letak kepala statif tetap mendatar

Pembacaan Skala Vertikal dan Skala Horizontal pada Theodolit

Theodolit dalam hal pembacaan lingkaran horizontal dan vertikal dapat dibagi kedalam 5 macam yaitu :

a) Indeks garis

b) Nonius

c) Mikrometer

d) Pembacaan ganda (koinsiden)

e) Skala digital dan elektronik (pada theodolit digital dan Total Station)

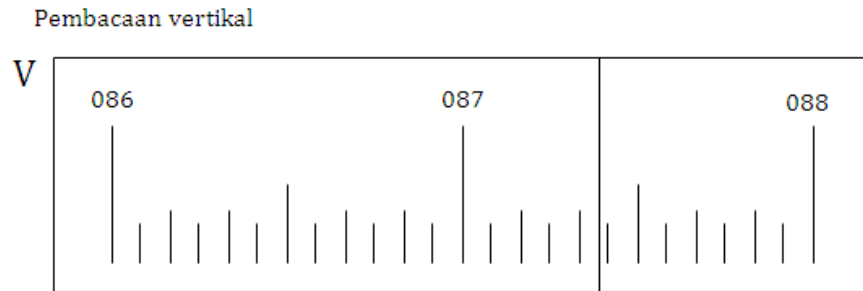
Untuk sistem pembacaan koinsidensi (sistem bacaan ganda) memiliki kondisi sebagai berikut :

a) Pembacaan lingkaran horizontal memiliki 2 mikroskop pembacaan dan 1 mikroskop untuk lingkaran vertikal.

b) Pada pembacaan mikroskopnya dua bacaan piringan terlihat menjadi satu pembacaan dengan arah berbalikan.

c) Pada mikroskop baca akan nampak garis-garis skala S dan S’ yang berbalikan yang umumnya tidak berimpit. Dengan menggunakan mikrometer garis-garis skala S dan S’ diimpitkan. Besarnya

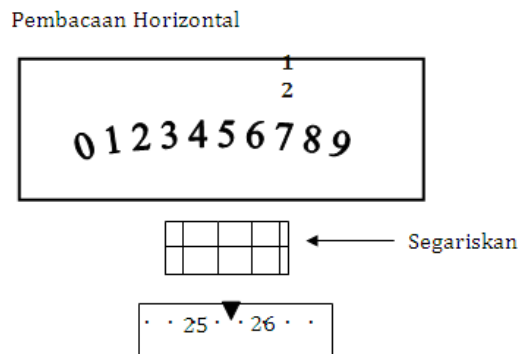
pergeseran dibaca pada mikrometer. Harga bacaan skala merupakan penjumlahan bacaan pada skala S dengan bacaan pada mikrometer.

Pembacaan vertikal

Gambar 7. Skala pembacaan sudut vertikal pada Theodolit Kompas

Pembacaan Horizontal

1
2
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Segariskan

25 26

Gambar 8. Skala pembacaan sudut horizontal pada Theodolit Kompas

Pada pembacaan horizontal kunci kompas harus dibuka dengan menekan klem pengunci kompas.

a) Dengan pemutar halus segariskan garis-garis yang berada di bagian tengah skala

b) Pembacaan azimuth dari gambar di atas adalah 127°25’32“

e. Pembuatan Formula Poligon Kompas

Pengerjaan poligon kompas dengan program-program spreadsheet, sama seperti pengerjaan poligon sudut, tapi lebih sederhana, karena tidak dimulai pada sudut tapi langsung pada kolom azimuth dengan penambahan hasil koreksi boussole.

POLIGON KOMPAS

No.	Azimuth			Azimuth	Rambu	Vertikal		Jarak Datar	Delta		Koreksi		Koordinat		Luas
	o	'	"	(Desimal)		o	'		X	Y	Delta X	Delta Y	X	Y	
1	257	25	32	257.426	46	88	10	45.952919	-44.851	-10.004	-46.393	-6.2768	795841.3	9475276.7	
2	249	24	32	249.409	72	93	40	71.705533	-67.125	-25.219	-69.531	-19.402	795794.9	9475270.4	-54920.178
3	258	30	2	258.501	60	102	10	57.334911	-56.184	-11.43	-58.108	-6.7794	795725.3	9475251	-60470.302
4	342	31	32	342.526	60	65	5	49.350397	-14.819	47.0729	-16.475	51.076	795667.2	9475244.2	-35334.467
5	336	35	32	336.592	32	109		28.608172	-11.365	26.2537	-12.325	28.5743	795650.8	9475295.3	-13644.441
6	316	49	32	316.826	57	74	40	53.014251	-36.274	38.6619	-38.052	42.9622	795638.4	9475323.9	-23867.169
7	312	20	32	312.342	37.5	99	41	36.439045	-26.933	24.5438	-28.156	27.4996	795600.4	9475366.8	-31367.452
8	324	51	32	324.859	40.5	76	32	38.303567	-22.047	31.3222	-23.332	34.4293	795572.2	9475394.3	-24393.708
9	355	58	2	355.967	72.5	90	32	72.493718	-5.0983	72.3142	-7.5307	78.1946	795548.9	9475428.8	-14622.114
10															

Gambar 9. Tampilan pengolahan poligon kompas

3. Refleksi

LEMBAR REFLEKSI

Nama : ....

NIS : ....

Kelas : ....

a. Apakah kegiatan membuka pelajaran yang guru lakukan dapat mengarahkan dan mempersiapkan siswa mengikuti pelajaran dengan baik?

....

....

b. Bagaimana tanggapan siswa terhadap materi / bahan ajar yang guru sajikan sesuai dengan yang diharapkan? (Apakah materi terlalu tinggi, terlalu rendah, atau sudah sesuai dengan kemampuan awal siswa ?)

....

....

c. Bagaimana respons siswa terhadap media pembelajaran yang digunakan ? (Apakah media sesuai dan mempermudah siswa menguasai kompetensi / materi yang diajarkan?)

....

....

d. Bagaimana tanggapan siswa terhadap kegiatan belajar yang telah guru rancang?

....

....

e. Bagaimana tanggapan siswa terhadap metode / teknik pembelajaran yang guru gunakan ?

....

....

f. Bagaimana tanggapan siswa terhadap pengelolaan kelas (perlakuan guru terhadap siswa, cara guru mengatasi masalah, memotivasi siswa) yang guru lakukan?

....

....

g. Apakah siswa dapat menangkap penjelasan / intruksi yang guru berikan dengan baik ?

....

....

h. Bagaimana tanggapa siswa terhadap latihan atau penilaian yang guru berikan ?

....

....

i. Apakah siswa telah mencapai penguasaan kemampuan yang telah ditetapkan?

....

....

j. Apakah guru telah dapat mengatur dan memanfaatkan waktu pembelajaran dengan baik ?

....

....

k. Apakah kegiatan menutup pelajaran yang guru gunakan sudah dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran yang guru sampaikan ?

....

....

4. Tugas

a. Lakukanlah kegiatan pengamatan matahari di titik yang lokasinya berdekatan dengan areal hutan yang akan diukur! (Blanko pengamatan dan pengolahan terdapat pada lampiran 1 dan 2)
b. Lakukanlah kegiatan pengukuran areal hutan dengan menggunakan theodolit kompas sampai dengan menghasilkan peta! (Blanko pengambilan dan pengolahan data terdapt pada lampiran 3 dan 4)

5. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

a. Apa yang dimaksud dengan koreksi Boussole?
b. Sebutkan penyebab perlunya dilakukan koreksi Buossole!
c. Bagaimana cara menentukan koreksi Buossole?
d. Sebutkan bagian-bagian dari theodolit!

e. Disebut apa sudut vertikal yang pengukurannya dilakukan dengan menggunakan alat ukur theodolit?
f. Apa tujuan dari pengukuran titik-titik poligon tertutup?
g. Disebut apa sudut yang dibentuk dari garis arah utara terhadap garis arah suatu titik yang besarnya diukur searah jarum jam?
h. Pengukuran dengan menggunakan theodolit, dimana pembacaan rambu 62 m dan pembacaan sudut vertikal 81°10'10" . Hitunglah berapa jarak datarnya!
i. Pengukuran dengan menggunakan theodolit kompas, dimana pembacaan sudut horizontal (azimuth)100°29'32", koreksi busoule 2°22'22", pembacaan rambu 62 m dan pembacaan sudut vertikal 81°10'10". Hitunglah berapa pertambahan ke arah horizontal (ΔX)!
j. Pengukuran dengan menggunakan theodolit kompas, dimana pembacaan sudut horizontal (azimut)100°29'32", koreksi busoule 2°22'22", pembacaan rambu 62 m dan pembacaan sudut vertikal 81°10'10". Hitunglah berapa pertambahan ke arah vertikal (ΔY)!

C. Penilaian

1. Sikap

Dalam melaksanakan penilaian sikap ada beberapa rambu-rambu yang harus dipegang para guru pengampu. Rambu-rambu tersebut antara lain adalah :

a. Instrumen penilaian sikap dirancang untuk mengukur sikap kerja sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) yang telah ditetapkan.
b. Rambu-rambu yang dipergunakan untuk melaksanakan penilaian ini dengan menggunakan kerangka kisi-kisi soal sebagai berikut :

No.	Jenis/Aspek Sikap	Standar Pencapaian		Strategi Penilaian
		Deskripsi	Skor	
1.	Mandiri	Melaksanakan kegiatan tanpa harus di perintah oleh guru		Observasi aktivitas peserta didik dalam melaksanakan

No.	Jenis/Aspek Sikap	Standar Pencapaian		Strategi Penilaian
		Deskripsi	Skor	
		Selalu diperintah	1	kegiatan
		Sering diperintah	2	
		Kadang-kadang diperintah	3	
		Jarang diperintah	4	
		Sangat jarang diperintah	5	
2.	Bertanggung jawab	Menyelesaikan kegiatan tepat waktu		Verifikasi rekaman penyerahan tugas-tugas peserta didik
		Sangat tepat waktu	5	
		Tepat waktu	4	
		Sedang	3	
		Kurang tepat waktu	2	
		Sangat kurang	1	
3.	Sikap percaya diri	Mampu tampil secara wajar dalam melaksanakan kegiatan		Observasi aktivitas peserta didik dalam melaksanakan kegiatan
		Selalu	5	
		Sering	4	
		Kadang-kadang	3	
		Jarang	2	
		Sangat jarang	1	
4.	Kedisiplinan dalam menjaga keselamatan kerja sesuai standar baku	Kedisiplinan dalam menjaga keselamatan kerja sesuai standar baku		Observasi aktivitas peserta didik dalam melaksanakan kegiatan
		Sangat disiplin	5	
		Disiplin	4	
		Sedang	3	
		Kurang disiplin	2	
		Sangat kurang disiplin	1	
Total Skor			4-20	

2. Pengetahuan

Para guru harus melaksanakan penilaian kognitif setelah siswa menyelesaikan seluruh proses pembelajaran. Dalam melaksanakan tes tersebut ada beberapa rambu-rambu yang harus dipegang para guru. Rambu-rambu tersebut adalah :

a. Penyusunan instrumen penilaian kognitif dirancang untuk mengukur dan menetapkan tingkat pencapaian kemampuan kognitif sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD).
b. Soal-soal yang dikembangkan sesuai dengan karakteristik aspek yang akan dinilai. Bentuk penilaian dapat menggunakan jenis-jenis tes tertulis yang dinilai cocok.
c. Bentuk penilaian kognitif ini dapat berbentuk pilihan ganda, essay, kasus dan lain-lain.
d. Rambu-rambu yang dipergunakan untuk menyusun soal tes dengan menggunakan kerangka kisi-kisi soal sebagai berikut :

Tingkat Kesulitan	Keterampilan Intelektual		
	C1/Ingatan (30 %)	C2/Pemahaman (40 %)	C3/Menjelaskan (30 %)
Mudah (30 %)	10 %	10 %	10 %
Sedang (40 %)	10 %	20 %	10 %
Sukar (30 %)	10 %	10 %	10 %

1) Kisi-kisi di atas tidak bersifat mengikat. Para guru dapat mengembangkan sendiri kisi-kisi tersebut sesuai dengan kebutuhan sekolahnya.
2) Tes kognitif ini digunakan untuk mengukur **Kompetensi Dasar (KD)**
3) Skor untuk setiap soal diserahkan pada guru pengampu.

3. Keterampilan

Dalam melaksanakan penilaian psikomotorik ada beberapa rambu-rambu yang harus dipegang para guru pengampu. Rambu-rambu tersebut antara lain adalah :

a. Instrumen penilaian psikomotor dirancang untuk mengukur dan menetapkan tingkat pencapaian kemampuan *psikomotorik* dan perubahan perilaku sesuai dengan Kompetensi Dasar yang telah ditetapkan.
b. Soal dikembangkan sesuai dengan karakteristik aspek yang akan dinilai dan dapat menggunakan metode tes psikomotorik yang tepat.
c. Rambu-rambu yang dipergunakan untuk melaksanakan tes ini dengan menggunakan kerangka kisi-kisi soal sebagai berikut :

Unit Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Domain	Aspek Penilaian	Kondisi Yang Diinginkan	Skor Nilai
Melakukan persiapan	Kegiatan persiapan kerja dapat dilakukan dengan baik	Knowledge	Kemampuan melakukan persiapan kegiatan	Tersedianya bahan/alat yang dapat digunakan dengan baik	0-5
				Tersusunnya langkah-langkah kerja dengan tepat	0-10
				Tersusunnya pembagian kerja kelompok dengan tepat	0-5
Mengumpulkan data/informasi	Data/informasi dapat dikumpulkan dengan benar	Knowledge	Kemampuan mengumpulkan data/ informasi yang dibutuhkan	Tersedianya waktu kegiatan dengan tepat	0-10
				Tersedianya data/ informasi yang dibutuhkan dengan benar	0-10
Mengolah data/informasi	Data/ informasi dapat di olah	Knowledge	Kemampuan mengolah data/ informasi yang	Tersedianya data/ informasi dengan	0-10

Unit Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Domain	Aspek Penilaian	Kondisi Yang Diinginkan	Skor Nilai
	dengan benar		dibutuhkan	lengkap	
				Data/ informasi yang telah diolah dapat disimpulkan dengan benar	0-30
Menyajikan data/informasi	Laporan hasil telah tersusun dengan benar	Knowledge	Kemampuan menyusun laporan kegiatan	Tersedianya laporan kegiatan dengan benar	0-20

Kegiatan Pembelajaran 2. Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut

A. Deskripsi

Pada kegiatan pembelajaran 2 akan membahas bagaimana melakukan pengukuran areal hutan dengan menggunakan teodholit sudut (theodolit digital). Sebelum melakukan pengukuran areal hutan, perlu dilakukan kegiatan pengamatan matahari yang betujuan untuk menentukan azimuth awal.

Setelah menentukan azimuth awal, maka dapat dilakukan pengukuran areal hutan. Pengolahan data hasil pengukuran ini dilakukan secara manual dan dengan menggunakan aplikasi komputer. Dimana pengolahan data dengan penggunaan komputer akan lebih ditekankan karena faktor kecepatan dan kesalahan-kesalahan karena banyaknya data yang harus diolah bisa dihindari. Setelah kegiatan pengolahan data, juga dilakukan kegiatan penyajian data dalam bentuk peta baik dibuat secara manual ataupun dengan menggunakan aplikasi komputer.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kompetensi dasar ini peserta didik mampu :

a. Mendeskripsikan alat ukur theodolit sudut berdasarkan bagian-bagiannya
b. Mengecek kelayakan pakai alat ukur theodolit sudut sesuai standar teknis
c. Merawat alat ukur theodolit sudut berdasarkan standar teknis
d. Menggunakan alat ukur theodolit sudut berdasarkan standar teknis
e. Melakukan pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut
f. Mengolah data hasil pengukuran areal hutan dengan theodolit sudut

2. Uraian Materi

a. Pengukuran dan Pemetaan Hutan

Pemetaan merupakan kegiatan pembuatan peta, artinya suatu proses untuk melakukan pengumpulan (pengukuran), pengolahan dan penyajian data dari sebagian atau seluruh permukaan bumi. Adapun bentuk penyajiannya berupa peta, yaitu gambaran permukaan bumi yang diperkecil pada bidang datar dengan sistem proyeksi dan skala tertentu. Pada umumnya terdapat dua macam peta, yaitu peta manual dan peta digital.

Peta manual adalah peta yang datanya disimpan dalam bentuk manual. Biasanya pembuatannya dilakukan secara manual menggunakan peralatan sederhana tanpa menggunakan komputer. Kegiatan pemetaan secara manual ini mempunyai banyak kekurangan, diantaranya adalah lamanya proses pembuatan peta disamping tingkat kesalahan dari manusia sangat tinggi. Saat ini kantor-kantor Pertanahan, terutama yang berada di luar pulau Jawa masih ada yang pemetaannya secara manual. Hal ini dikarenakan peralatan dan sumber daya manusia yang belum memadai.

Peta digital adalah peta yang datanya disimpan dalam bentuk digital dalam komputer. Untuk keperluan visualisasi dapat berupa "Print Out" dengan jenis peta garis atau peta foto. Disamping itu dapat juga hanya ditampilkan pada layar monitor komputer (sering disebut "Peta Virtual"). Adapun beberapa metode pengumpulan data spasial untuk pemetaan digital, yaitu:

1) Terestris
2) Survei Fotogrametri Digital (normal, medium format, small format)
3) Data Satelit (scaner terhadap permukaan bumi, berupa citra/ image satelit)
4) Data GPS
5) Digitasi dan scanning peta-peta analog
6) Sensus data

1) Theodolit Sudut (Digital)

Dari konstruksi mekanis sistem susunan lingkaran sudutnya antara theodolit optis dengan theodolit digital sama. Akan tetapi mikroskop pada pembacaan skala lingkaran tidak menggunakan sistem lensa dan prisma lagi, melainkan menggunakan sistem sensor. Sensor ini bekerja sebagai elektro optis model (alat penerima gelombang elektromagnetis). Hasil pertama sistem analog dan kemudian harus ditransfer ke sistem angka digital. Proses penghitungan secara otomatis akan ditampilkan pada layar (LCD) dalam angka desimal. *Theodolit* terbagi atas tiga bagian, yaitu bagian bawah, bagian tengah, dan bagian atas. Bagian bawah terdiri dari skrup penyetel yang menyangga suatu tabung dan plat yang berbentuk lingkaran. Bagian tengah terdiri dari suatu rambu yang dimasukkan ke dalam tabung, dimana pada bagian bawah sumbu ini adalah sumbu tegak atau sumbu pertama (S_1). Di atas S_1 diletakkan lagi plat yang berbentuk lingkaran yang berjari-jari lebih kecil daripada jari-jari plat bagian bawah. Pada dua tempat di tepi lingkaran dibuat alat pembaca yang disebut *nonius* (N_0). Suatu nivo diletakkan pada atas plat *nonius* untuk membuat sumbu tegak lurus. Bagian atas terdiri dari sumbu mendatar atau sumbu kedua (S_2), pada S_2 diletakkan plat berbentuk lingkaran dan dilengkapi skala untuk pembacaan skala lingkaran. Pada lingkaran tegak ini di tempatkan kedua *nonius* pada penyangga S_2.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan ada dua perbedaan antara lingkaran mendatar dengan lingkaran vertikal. Untuk skala mendatar titik harus ikut berputar bila teropong diputar pada S_1 dan lingkaran berguna untuk membaca skala sudut mendatar. Sedangkan lingkaran berskala vertikal baru akan berputar bila teropong diputar terhadap S_2. Pembacaan ini digunakan untuk mengetahui sudut miring.

Gambar 10. Contoh theodolit digital

Keterangan gambar *theodolit digital* (DT 20 ES) :

1. Nivo kotak
2. Klem pengunci
3. Penggerak halus
4. Tempat *battery*
5. Klem pengunci lingkaran horizontal
6. Penggerak halus lingkaran horizontal
7. Klem pengatur nivo tabung
8. *Handle* / pembawa
9. Lensa okuler
10. Klem pengatur fokus benang
11. Tombol ON / OFF
12. Nivo tabung
13. *Display*
14. *Keyboard* (papan tombol)
15. Plat dasar

Cara penggunaan theodolit digital :

a) Cara seting optis

- Alat diletakkan di atas patok, paku payung terlihat pada lensa teropong untuk *centering* optis.
- Pengunci kaki statif dikendurkan, kaki statif ditancapkan ke tanah dan dikunci atau di kencangkan lagi.
- Gelembung nivo diatur berada tepat pada tengah lingkaran.
- Mengatur salah satu nivo tabung dengan mengatur sekrup pengatur nivo.
- Mengatur nivo tabung yang lain.
- Mengatur nivo teropong dengan sekrup pengatur nivo teropong.

b) Cara penggunaan alat

- Memasukkan baterai ke dalam tempatnya kemudian melakukan *centering* optis seperti diatas.
- Menghidupkan *display* dan atur sesuai keperluan.
- Untuk membaca sudut mendatar, arahkan teropong pada titik yang dikehendaki kemudian membaca pada *display*.
- Untuk membaca sudut vertikal, teropong diarahkan secara vertikal dan kemudian dibaca pada *display*.

c) Syarat penggunaan theodolit digital

Syarat–syarat utama yang harus dipenuhi theodolit sehingga siap dipergunakan untuk pengukuran yang benar adalah sebagai berikut:

- Sumbu kesatu benar–benar tegak/vertikal. Bila sumbu tegak miring maka lingkaran skala mendatar tidak lagi mendatar. Hal ini berarti sudut yang diukur bukan merupakan sudut mendatar. Gelembung nivo yang terdapat pada lingkaran skala mendatar ditengah dan gelembung nivo akan tetap berada ditengah meskipun theodolit diputar mengelilingi sumbu tegak. Bila pada

saat theodolit diputar mendatar dan gelembung nivo berubah posisi tidak ditengah lagi, maka berarti sumbu kesatu tidak vertikal, ini disebabkan oleh kesalahan sistem sumbu yang tidak benar, atau dapat juga disebabkan oleh posisi nivo yang tidak benar.

- sumbu kedua harus benar–benar mendatar.
- garis bidik harus tegak lurus sumbu kedua/mendatar. Untuk memenuhi syarat kedua dan ketiga lakukan langkah-langkah sebagai berikut:
    - Gantungkan unting-unting pada dinding
    - Benang diusahakan agar tergantung bebas (tidak menyentuh dinding atau lantai)
    - Setelah sumbu tegak diatur sehingga benar-benar tegak, garis bidik diarahkan ke bagian atas benang. Kunci skrup pengunci sumbu tegak dan lingkaran skala mendatar
    - Gerakkan garis bidik perlahan
    - Bila sumbu mendatar tegak lurus dengan sumbu tegak dan garis bidik tegak lurus dengan sumbu mendatar maka garis bidik akan bergerak sepanjang benang unting dari bidikan benang.

d) tidak adanya salah indeks pada lingkaran kesatu. Setelah syarat pertama, kedua dan ketiga dipenuhi maka:

- Arahkan garis bidik ketitik yang agak jauh.
- Ketengahkan gelembung nivo lingkaran skala tegak.
- Baca lingkaran skala tegak, misal didapat bacaan sudut zenith z.
- Putar teropong 180^o.
- Periksa gelembung nivo lingkaran skala tegak, ketengahkan bila belum terletak di tengah.
- Baca lingkaran skala tegak, misal z’. Bila bacaan z’ = 360^o-z, maka salah indeks adalah 0.

Apabila keempat syarat tidak terpenuhi maka diadakan pengaturan. Untuk mendapatkan sudut horizontal yang benar maka syarat pertama kedua dan ketiga harus benar sedangkan syarat keempat dipenuhi untuk mendapatkan sudut vertikal yang benar.

b. Pengukuran Jarak dan Sudut

Pembacaan bak ukur pada theodolit digital sama dengan menggunakan theodolite optis. Yaitu dengan membaca benang atas dan benang bawah yang ada di teropong pada bak ukur.

Kebanyakan instrumen theodolit modern mengukur sudut dengan cara *electro-optic scanning* dengan *digital bar-codes* yang sangat presisi berputar pada silinder kaca atau cakram dalam instrumen. Pembacaan skala dapat dilakukan langsung melalui layar LCD yang ada di alat. Adapun untuk mendapatkan sudut, pengukur dapat mensetting bidikan ke belakang sebagai 0^{o} dengan menekan tombol yang ada di keyboard.

c. Pengukuran di lapangan (Temu gelang/titik awal sama dengan titik akhir)

Beberapa kemungkinan yang dapat ditemui dilapangan dalam kegiatan pengukuran untuk memindahkan bentuk lapangan menjadi bentuk peta dengan menggunakan teodolit sudut adalah sebagai berikut :

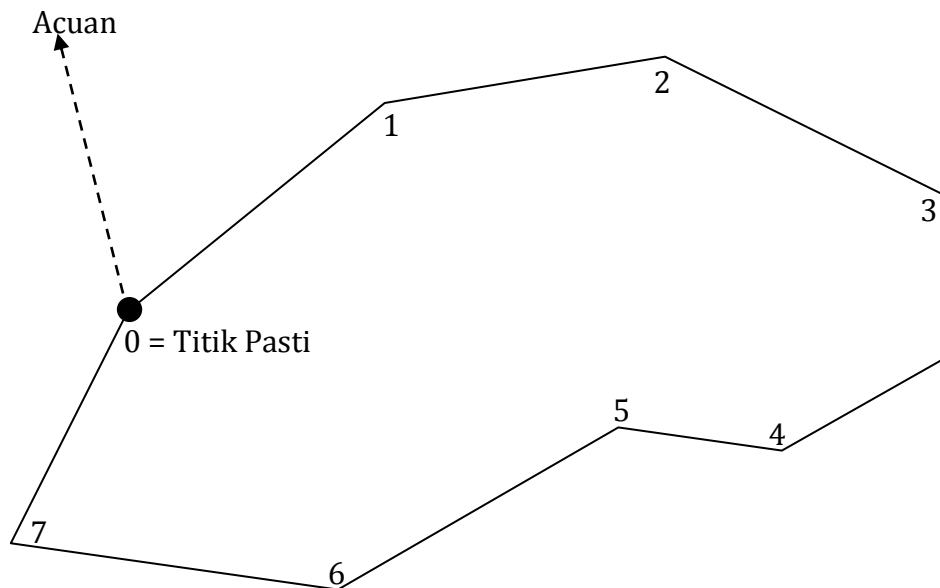
1) Titik Ikat Tepat berada di Batas Areal

Urut-urutan pekerjaan yang harus dilakukan untuk mengukur areal yang sudah ditentukan lokasinya di lapangan adalah sebagai berikut :

Pada titik pasti dapat dilakukan pengamatan matahari untuk menentukan azimut dari titik 0 ke titik acuan dan pengukuran dilakukan searah jarum jam.

a) Lakukan pengamatan matahari pada titik nol

b) Ukur sudut acuan – nol – 1 dengan cara letakan alat pada titik nol, lakukan Centering dan leveling dari alat. Nol kan skala alat lalu arahkan teropong pada titik acuan, kemudian arahkan teropong tepat pada rambu di titik 1. Catat besar sudutnya dengan membaca skala horisontal pada alat.

c) Tepatkan benang bawah teropong pada angka di rambu, kemudian catat pembacaan rambu (benang atas, benang tengah dan benang bawah), dan skala pembacaan vertikalnya

Gambar 11. Poligon dengan titik ikat tepat berada di batas areal

d) Hitung jarak datarnya dengan rumus jarak datar = jarak pembacaan rambu x sinus^2(vertikal).

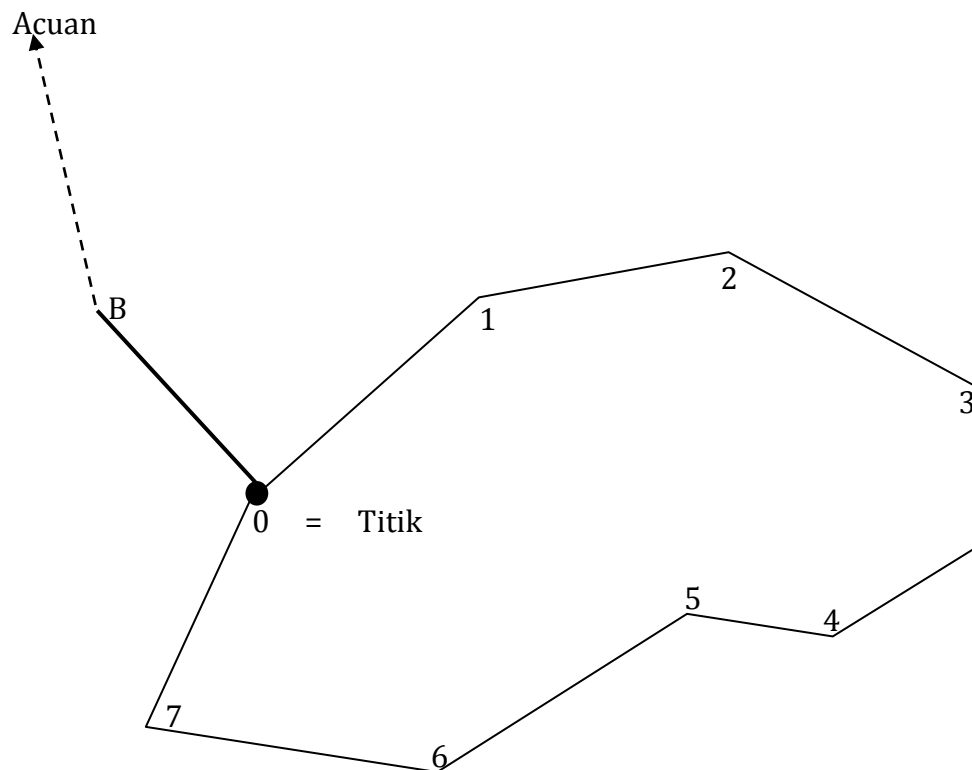
e) Buat sket peta pada buku blanko pengukurannya pada tempat yang sudah disediakan

f) Pindahkan alat ke titik 1 lakukan centering dan leveling kemudian arahkan teropong ke titik 0 lalu ke titik 2 baca dan catat lagi skala horizontal, pembacaan rambu dan skala vertikal.

g) Lanjutkan pembuatan sket gambar.

h) Lakukan hal yang sama sampai pada titik 7.

i) Terakhir letakkan alat kembali pada titik 0 dan ukur besar sudut dimana rambu belakang ada di titik 7 dan rambu depan di titik 1.

Dalam pengolahan data sudut-sudut yang dijumlahkan untuk kepentingan koreksi adalah mulai dari sudut 1 sampai sudut nol. Jadi sudut yang dibentuk dari acuan-titik nol-titik satu tidak ikut dijumlahkan.

Pada titik pasti tidak dapat dilakukan pengamatan matahari

Gambar 12. Poligon dengan titik ikat tidak tepat berada di batas areal

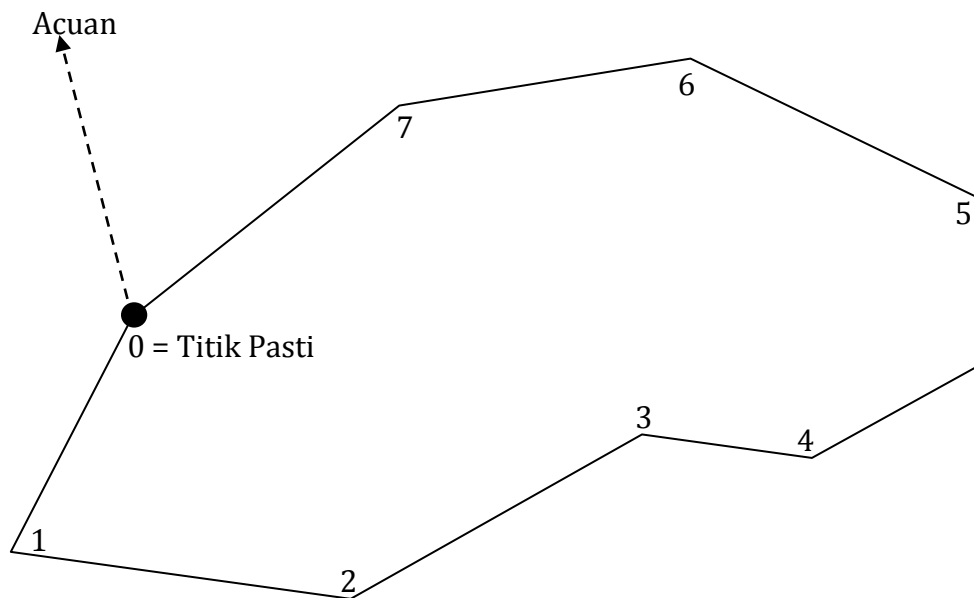
Langkah pelaksanaan pengukurannya adalah sebagai berikut :

a) Lakukan pengamatan matahari di titik B

b) Ukur sudut acuan-B-nol (belakang acuan depan titik nol)

c) Pindahkan alat ke titik Nol dan pengukuran selanjutnya lakukan seperti tahapan diatas.

d) Jumlah sudut luar yang dijumlahkan adalah mulai dari sudut 1 sampai sudut nol.

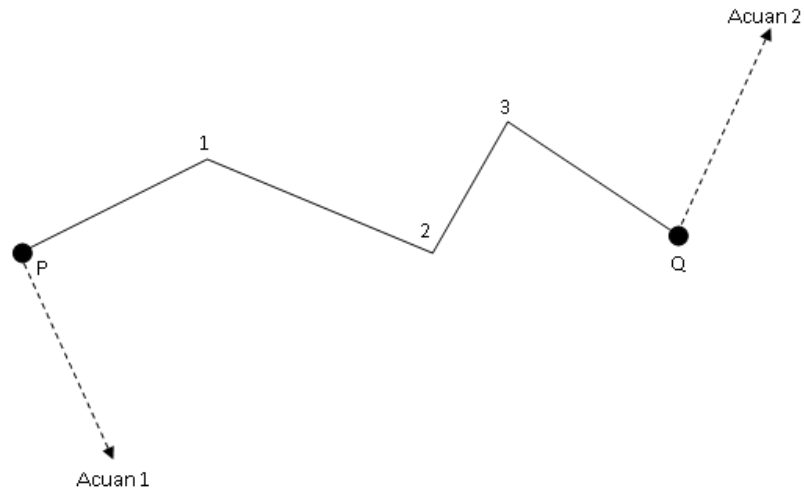
Pengukuran dilakukan berlawanan arah jarum jam

Gambar 13. Poligon yang berlawanan arah jarum jam

Tahapan pelaksanaan pengukuran adalah sebagai berikut :

a) Lakukan pengamatan matahari

b) Ukur sudut acuan-nol-Satu, pada rambu depan (rambu berada titik 1) juga dicatat pembacaan rambu dan skala vertikal.

c) Terakhir letakan alat dititik nol dan baca skala horisontalnya saja.

Pengukuran Poligon Diikat Dua Titik Pasti

Gambar 14. Poligon yang diikat dua titik pasti

Langkah kegiatan :

a) Lakukan pengamatan matahari di titik P untuk menentukan azimuth dari P ke acuan 1.

b) Alat masih di titik P Nol kan ke Acuan 1 (belakang) kemudian arahkan ke titik 1 (depan). Pada rambu di titik 1 catat : horizontal, pembacaan rambu dan vertikal.

c) Pindahkan alat di titik 1, belakang P dan depan titik 2, catat seperti diatas.

d) Begitu seterusnya. Pada titik Q, nol kan alat ke titik 3 dan depan tentukan acuan 2; catat horizontalnya

e) Lakukan lagi pengamatan matahari di titik Q untuk menentukan azimuth dari titik Q ke Acuan 2.

2) Pembuatan Formula Poligon Sudut

Hasil akhir dari pengolahan data dengan komputer ini adalah luas areal dapat langsung dihitung walaupun gambar peta belum jadi. Luas didasarkan dengan perhitungan sistem koordinat. Hasil akhir ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

POLIGON SUDUT

TEMU GELANG (TITIK AWAL = TITIK AKHIR)

NO	SUDUT °	SUDUT '	SUDUT "	SUDUT (desimal)	PERBAIKAN SUDUT	AZIMUTH	RAMBU	VERTIKAL °	VERTIKAL '	VERTIKAL "	JARAK DATAR	DELTA X	DELTA Y	KOREKSI DELTA X	KOREKSI DELTA Y	KOORDINAT X	KOORDINAT Y	LUAS
ACUAN																		
↑	102	45	16			102.75444												
0	84	19	18	84.321667		187.07611	101	92	7	12	100.862	-12.425	-100.09	-12.421119	-100.10609	1000	1000	
1	240	30	16	240.50444	240.502556	247.57867	100	92	16	48	99.8417	-92.294	-38.081	-92.290328	-38.0935	987.578881	899.893905	-4.711459
2	230	46	0	230.76667	230.764778	298.34344	103	64	32	36	83.9705	-73.904	39.8655	-73.900743	39.85504	895.288554	861.800406	-7.161176
3	265	36	20	265.60556	265.603667	23.947111	172	67	8	47	146.056	59.2831	133.484	59.2886421	133.465386	821.38781	901.655446	-0.658754
4	262	26	58	262.44944	262.447556	106.39467	160	61	50	42	124.376	119.319	-35.105	119.323547	-35.120832	880.676453	1035.12083	9.244259
0	260	41	0	260.68333	260.681444	187.07611										1000	1000	5.3451214
1																987.578881	899.893905	
	Jumlah			1260.0094	1260						555.106	-0.021	0.06898	0	0			2.0579910
	Seharusnya			1260				Ketelitian			1:	7698.83						

Gambar 15. Pengolahan data poligon sudut tertutup

Urut-urutan pengerjaan pengolahan data adalah sebagai berikut :

a) Pada kolom pertama diisi untuk nomor patok/pal.

b) Pada kolom kedua, ketiga dan keempat dibuat masing-masing untuk derajat, menit dan detik.

c) Pada kolom kelima dibuat untuk merubah satuan derajat dari sexagesimal (dari tiga kolom sebelumnya ke desimal dengan cara sebagai berikut:

Gambar 16. Kolom-kolom awal

a) Seperti pada contoh gambar diatas untuk mengisi kolom E baris 12 (sudut dalam desimal) dibuat formula:

=B10+C10/60+D10/3600

b) Kemudian pindahkan kursor dari kolom yang diisi dengan formula ini, maka akan terlihat hasilnya. Untuk mengisi baris selanjutnya pada kolom ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

c) Copy sel E12 (Ctrl + C), kemudian pindahkan kursor kebawahnya (sel E13), blok sampai ke sel yang diinginkan untuk memindahkan rumus tersebut. Terakhir lakukan "paste" atau tekan Ctrl + V, maka sel-sel yang diblok akan terisi dengan rumus seperti sel E12

d) Klik mouse pada sel E12 arahkan mouse pada sudut kanan bawah dari sel E12 sampai muncul tanda **+**, tekan sebelah kiri mouse dan jangan dilepas, tarik sampai ke sel yang akan menyalin rumus tersebut, kemudian lepas mouse maka rumus sudah tersalin ke sel yang diinginkan.

e) Jumlahkan sudut-sudut luar/dalam segi banyak tersebut dimulai dari sudut kedua sampai sudut awal. Kalau dilihat dari data nomor

patok diatas penjumlahan dimulai dari patok nomor 1 sampai patok nomor 0 atau dari sel E13 sampai E17 dengan cara sebagi berikut : misal hasil penjumlahan akan diisikan pada sel E19, maka rumus yang harus ditulis pada sel E19 ini adalah sebagai berikut :

=sum(E13:E17)

Microsoft Excel - poligon sudut(temu gelang)

E19 = =SUM(E13:E17)

	A	B	C	D	E	F	G
16	4	262	26	58	262.449	262.44756	106.395
17	0	260	41	0	260.683	260.68144	187.076
18	1						
19		Jumlah			1260.01	1260	
20		Seharusnya			1260		

Gambar 17. Penjumlahan sudut

f) Perbaikan sudut yang diisi pada kolom F dilakukan dengan cara membagi rata kelebihan atau kekurangan dari jumlah sudut yang seharusnya. Dilakukan dengan cara sebagai berikut :

g) Misal jumlah sudut yang seharusnya diisi pada sel E20; areal yang diukur merupakan segi lima dan yang diukur adalah sudut luar, maka jumlah sudut luar seharusnya dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

=(5+2)*180

h) Pada titik pertama yang dikoreksi yaitu pal nomor 1(sel F13) dibuat koreksi dengan rumus sebagai berikut :

=E13-($E$19-$E$20)/5

	A	B	C	D	E	F	G	H
6	NO	SUDUT			SUDUT	PERBAIKAN	AZIMUTH	RAMB
7		o	'	''	(desimal)	SUDUT		
8	ACUAN							
9								
10		102	45	16			102.754	
11								
12	0	84	19	18	84.3217		187.076	101
13	1	240	30	16	240.504	240.50256	247.579	100
14	2	230	46	0	230.767	230.76478	298.343	103

Gambar 18. Koreksi sudut

i) Selanjutnya salin rumus pada sel F13 tersebut ke sel dibawahnya sampai nomor pal (patok) awal

j) Jumlahkan sudut perbaikan ini untuk mencek kebenarannya.

Tahap selanjutnya menentukan besarnya azimuth dari sisi-sisi poligon yang diukur. Pada gambar diatas penentuan azimuth ini diletakkan pada kolom G. Urut-urutan penentuan azimuth dilakukan sebagai berikut :

a) Pada kolom B, C dan D pada baris antara titik acuan dan titik nol masukan data *azimuth ke titik acuan* berdasarkan dari hasil pengolahan data pengamatan matahari.

b) Tempatkan kembali azimuth ini di kolom G misal pada sel G10 (langsung diubah dalam bentuk desimal).

c) Azimuth dari titik nol ke 1 yang ditempatkan pada sel G12 dibuat dengan menggunakan formula sebagai berikut :

=G10+E12

d) Apabila lebih dari 360^0 kurangi 360^0.

e) Sedang pada sel G13 dibuat dengan formula sebagai berikut :

=IF((G12+F13-180)>360,G12+F13-180-360,IF((G12+F13-180)<0,G12+F13-180+360,G12+F13-180))

f) Copy sel G13 ini

g) Blok sel-sel yang akan menggunakan rumus ini mulai dari sel G14 sampai Sel yang memuat azimuth dari titik awal ke titik berikutnya; kemudian lakukan Paste (Ctrl + V).

h) Azimuth dari titik awal ke titik berikutnya yang ada pada sel G12 harus sama dengan azimuth dari titik awal ke titik berikutnya yang berada pada sel G17.

Microsoft Excel - poligon sudut(temu gelang)

G13 = =IF((G12+F13-180)>360,G12+F13-180-360,IF((G12+F13-180)<0,G12+F13-180+360,G12+F13-180))

	E	F	G	H	I	J	K	L
6	SUDUT	PERBAIKAN	AZIMUTH	RAMBU	VERTIKAL			JARAK
7	(desimal)	SUDUT			o	'	''	DATAR
8								
9								
10			102.754					
11								
12	84.3217		187.076	101	92	7	12	100.86
13	240.504	240.50256	247.579	100	92	16	48	99.842
14	230.767	230.76478	298.343	103	64	32	36	83.971

Gambar 19. Perhitungan azimuth

i) Selanjutnya dibuat kolom untuk mengisi data lapangan untuk pembacaan rambu dan pembacaan vertikal

	F	G	H	I	J	K	L	M	N
5									
6	PERBAIKAN	AZIMUTH	RAMBU	VERTIKAL			JARAK	DELTA	
7	SUDUT			o	'	''	DATAR	X	Y
8									
9									
10		102.754							
11									
12		187.076	101	92	7	12	100.86	-12.42	[illegible]
13	240.50256	247.579	100	92	16	48	99.842	-92.29	[illegible]

Gambar 20. Pembacaan rambu dan vertikal

j) Tahap selanjutnya adalah menghitung jarak datar dari setiap sisi poligon dengan menggunakan rumus sebagai berikut : Misal untuk menghitung jarak datar dari titik 0 ke titik 1 adalah:

=H12*((SIN(RADIANS(I12+J12/60+K12/3600))^2))

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
6	AZIMUTH	RAMBU	VERTIKAL			JARAK	DELTA		KOREKSI	
7			o	'	''	DATAR	X	Y	DELTA X	DELTA
8										
9										
10	102.754									
11										
12	187.076	101	92	7	12	100.86	-12.42	-100.1	-12.42112	[illegible]
13	247.579	100	92	16	48	99.842	-92.29	-38.08	-92.29033	-38.09
14	298.343	103	64	32	36	83.971	-73.9	39.865	-73.90074	39.855

Gambar 21. Perhitungan jarak datar

k) Langkah berikutnya adalah menghitung pertambahan posisi titik berikutnya ke arah horizontal/sumbu X (delta X). Untuk delta X dari titik 0 ke titik 1 digunakan rumus sebagai berikut :

=L12*SIN(RADIANS(G12))

Gambar 22. Perhitungan delta X

l) Sedang untuk menghitung pertambahan posisi titik berikutnya ke arah vertikal/sumbu Y digunakan rumus sebagai berikut :

=L12*COS(RADIANS(G12))

m) Tahap berikutnya jumlahkan delta X yang ada dikolom M dan delta Y yang ada di kolom N ini, Misal masing-masing disimpan di sel M19 dan N19.

Gambar 23. Menjumlahkan delta X dan delta Y

Selanjutnya melakukan koreksi terhadap kesalahan horizontal dan vertikal. Untuk masing-masing kesalahan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a) Hasil koreksi terhadap delta X setelah perbaikan kesalahan adalah :

=M12-(L12/$L$19*$M$19)

b) M12 adalah pertambahan panjang sisi poligon dari titik 0 ke titik 1 ke arah horizontal

c) L12 adalah jarak datar dari titik 0 ke titik 1

d) $L$19 adalah jumlah jarak datar dari sisi-sisi poligon yang membentuk segi-banyak. Tanda $ yang mengapit hurup L menandakan bahwa dalam operasi penyalinan rumus ke sel-sel yang lain, sel L19 tidak akan berubah.

e) M adalah jumlah dari kesalahan ke arah horizontal.

f) Hasil koreksi terhadap delta Y setelah perbaikan adalah sebagai berikut :

=N12-(L12/$L$19*$N$19)

	K	L	M	N	O	P	Q	R
6	AL	JARAK	DELTA		KOREKSI		KOORDINAT	
7	11	DATAR	X	Y	DELTA X	DELTA Y	X	Y
8								
9								
10								
11								
12	12	100.9	-12.42	-100.1	-12.4211	-100.106	1000	1
13	48	99.84	-92.29	-38.08	-92.2903	-38.0935	987.57888	899.8
14	36	83.97	-73.9	39.87	-73.9007	39.85504	895.28855	861.8

Gambar 24. Koreksi delta Y

g) Cek jumlah hasil koreksi pada masing-masing sumbu tersebut. Apabila koreksi yang dilakukan benar jumlahnya dari sisi-sisi poligon ini akan nol. Dan apabila penjumlahan dari sisi-sisi poligon ini tertulis pada sel sebagai berikut, misal = 2.3E-20 ; ini artinya adalah $\frac{2.3}{10^{20}} \approx 0$

Gambar 25. Menjumlahkan hasil koreksi

Selanjutnya adalah menentukan koordinat dari titik-titik yang diukur. Pengisian pada sel dimulai dari titik yang diketahui koordinatnya. Misal nilai X dari titik 0 adalah 1000, maka nilai X pada titik 1 adalah :

=Q12+O12

a) Q12 adalah nilai X dari koordinat titik 0

b) O12 adalah pertambahan kearah horizontal dari titik 0 ke titik 1.

c) Hal yang sama dilakukan untuk perhitungan nilai Y

=R12+P12

Gambar 26. Menghitung koordinat X

Tahap akhir adalah menghitung luas areal yang diukur. Untuk keperluan ini harus ditambahkan dua titik awal yaitu koordinat pertama dan kedua setelah koordinat akhir. Pada contoh diatas kita tambahkan koordinat titik 0 dan titik 1. Koordinat titik 0 sudah langsung ada, tinggal ditambahkan koordinat titik 1. Formula yang digunakan apabila hasil luas diukur dalam hektar adalah sebagai berikut:

=(Q14-Q12)*R13/20000

S13 =(Q14-Q12)*R13/20000

	O	P	Q	R	S
6	KOREKSI		KOORDINAT		LUAS
7	DELTA X	DELTA Y	X	Y	
8					
9					
10					
11					
12	-12.4211	-100.106	1000	1000	
13	-92.2903	-38.0935	987.57888	899.89391	-4.71146
14	-73.9007	39.85504	895.28855	861.80041	-7.161177

Gambar 27. Menghitung luas

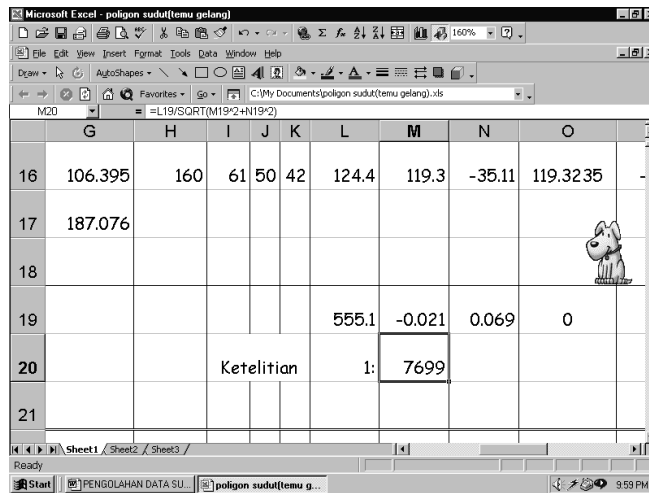
a) Perhitungan luas didapat dengan menjumlahkannya.

S19 =SUM(S13:S17)

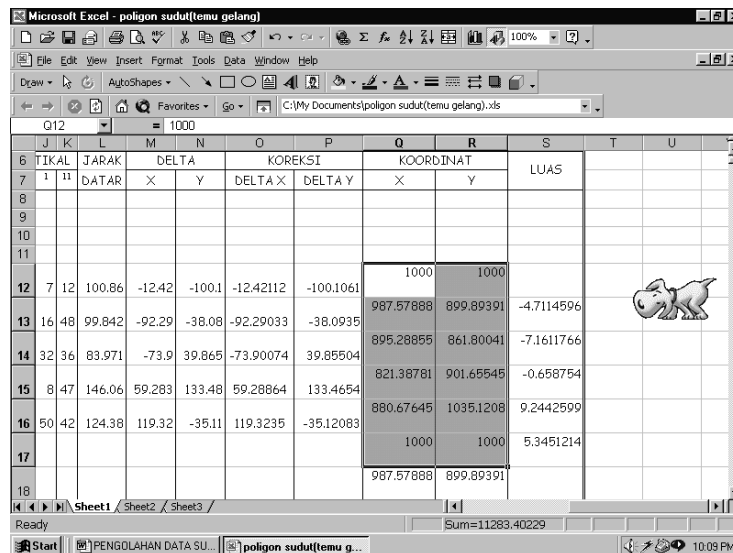
	O	P	Q	R	S
16	119.3235	-35.1208	880.67645	1035.1208	9.2442599
17			1000	1000	5.3451214
18			987.57888	899.89391	
19	0	0			2.0579911
20					
21					

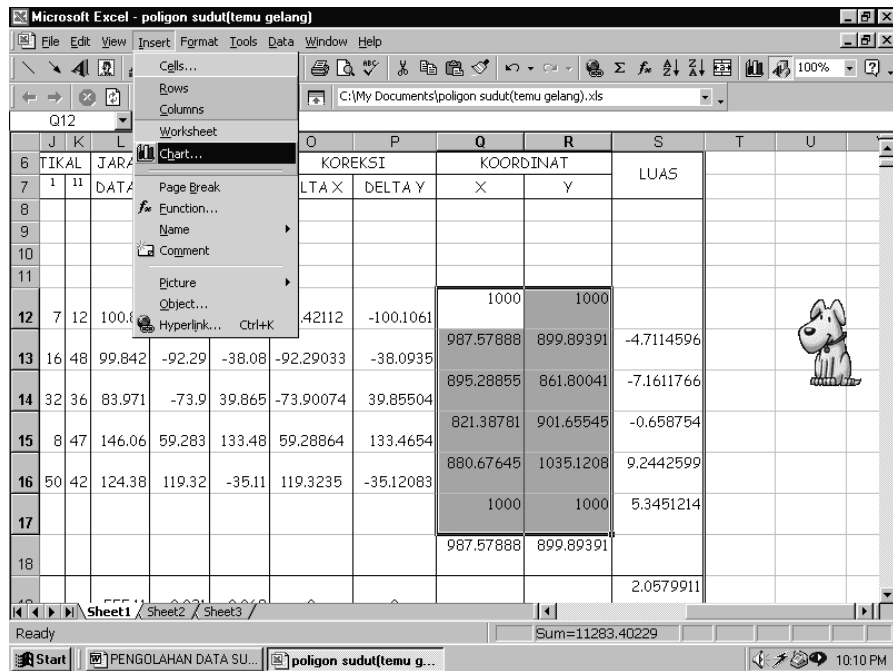
Gambar 28. Menghitung luas total

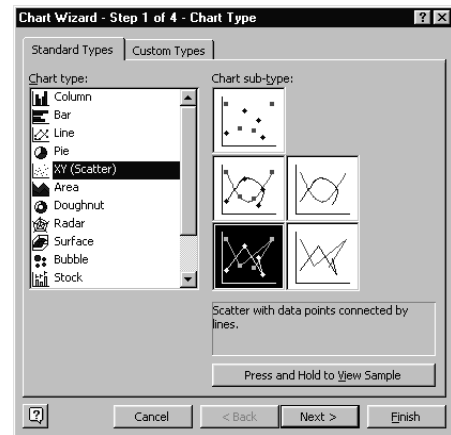
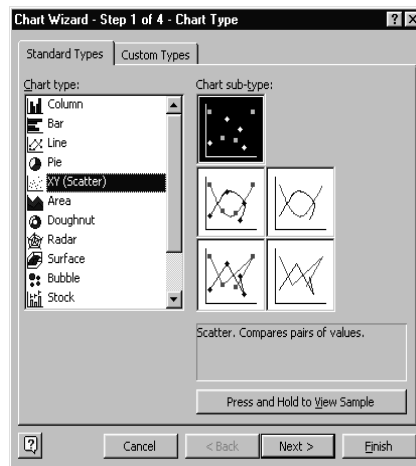
b) Untuk menghitung ketelitian hasil pengukuran dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

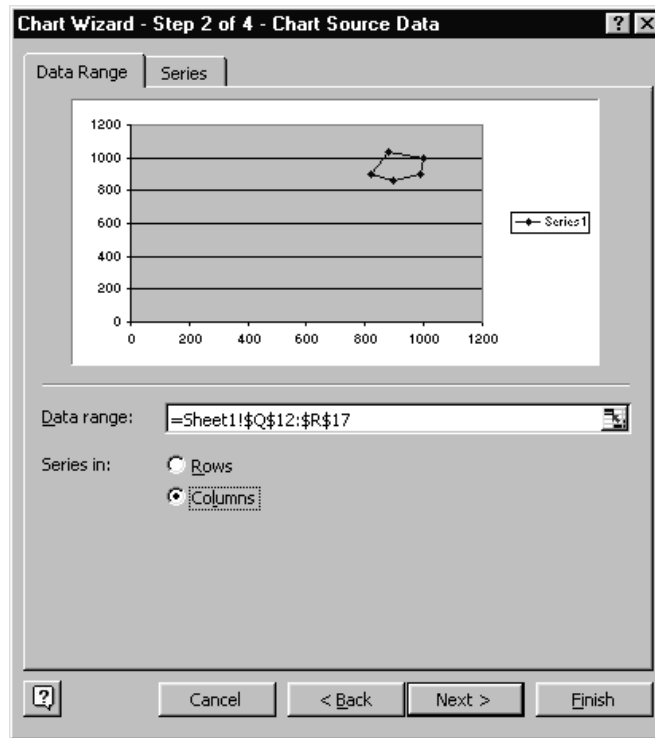
=L19/SQRT(M19^2+N19^2)

Gambar 29. Menghitung ketelitian

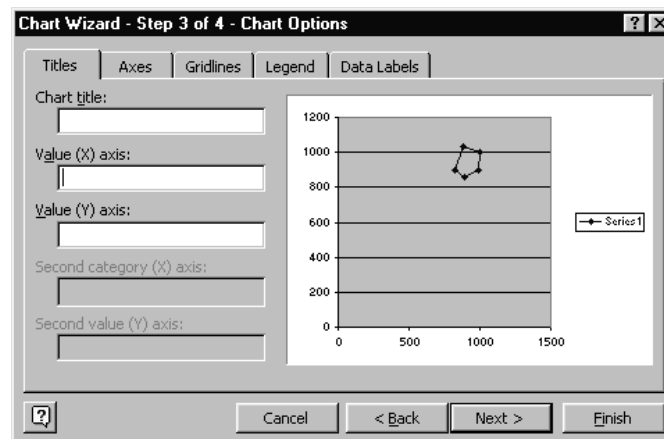
Untuk melihat gambar hasil pengukuran dengan program Microsoft Excel dilakukan sebagai berikut :

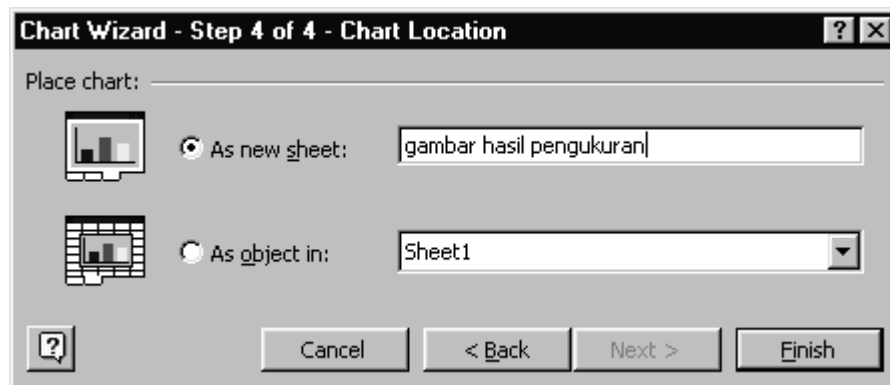
a) Blok mulai dari koordinat titik 0 sampai koordinat titik 0 yang ada dibawah.

Gambar 30. Menyeleksi koordinat X dan Y

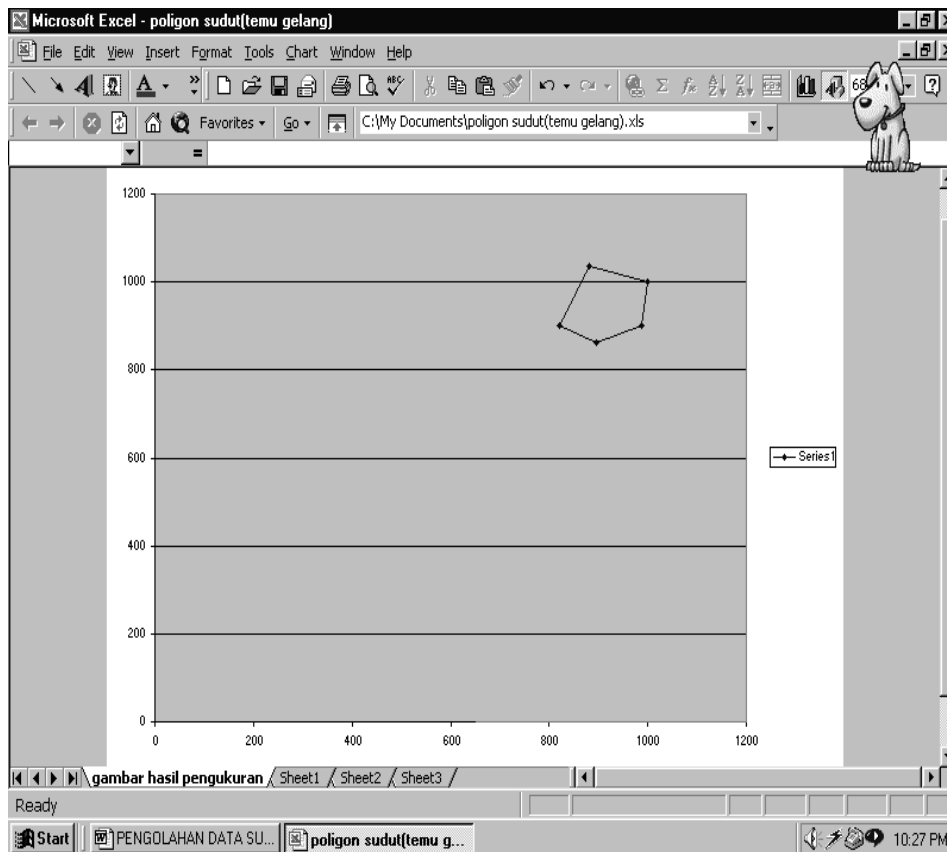
b) Arahkan mouse ke menu Insert kemudian pilih chart, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 31. Menambahkan chart

c) Pilih XY (scattered) dan pilih

Gambar 32. Memilih tipe chart

d) Kemudian klik Next

Gambar 33. Tampilan chart wizard saat pemilihan data

e) Kemudian klik lagi Next akan terlihat gambar sebagai berikut :

Gambar 34. Menambahkan judul dan keterangan chart lainnya

f) Klik lagi Next dan klik pada As new sheet kemudian isikan nama dari chart tersebut, kemudian klik Finish

Gambar 35. Finalisasi chart wizard

g) Hasil akhir akan terlihat sebagai berikut :

Gambar 36. Tampilan chart

3) Pembuatan Formula Poligon Sudut Terbuka

   Pengolahan data poligon sudut yang ditutup oleh dua titik pasti secara keseluruhan dapat ditampilkan seperti pada gambar dibawah ini.

Microsoft Excel - poligon sudut(dua titik pasti)

P20 = =L19/(SQRT(M21^2+N21^2))

(DI TUTUP OLEH DUA TITIK PASTI)

NO	SUDUT			SUDUT	PERBAIKAN	AZIMUTH	RAMBU	VERTIKAL			JARAK	DELTA		KOREKSI		KOORDINAT	
	°	'	"	(desimal)	SUDUT			°	'	"	DATAR	X	Y	DELTA X	DELTA Y	X	Y
ACUAN																	
↑	300	45	16	(Azimut Awal)		300.75444											
P	200	19	18	200.32167	200.321759	141.0762	101	92	7	12	100.862	63.3701	-78.469	63.37564659	-78.478677	100	100 (Koordinat Awal)
1	157	30	16	157.50444	157.504537	118.58074	100	92	16	48	99.8417	87.6754	-47.764	87.6809193	-47.773849	163.375647	21.5213232
2	146	46	0	146.76667	146.766759	85.3475	103	64	32	36	83.9705	83.6938	6.81104	83.69845913	6.80271447	251.056566	-26.2525259
3	175	36	20	175.60556	175.605648	80.953148	172	67	8	47	146.056	144.239	22.9661	144.2471062	22.951667	334.755025	-19.4498114
4	200	26	58	200.44944	200.449537	101.40269	160	61	50	42	124.376	121.921	-24.59	121.9278688	-24.601856	479.002131	3.50185555
Q	160	41	10	160.68611	160.686204	82.088889										600.93	-21.1
Acuan 2	82	5	20	(Azimut Akhir)		82.088889										600.93 (Koordinat Akhir)	-21.1
	Jumlah			1041.3339	1041.33444						555.106	500.899	-121.04	500.93	-121.1		
Besar koreksi				0.0005556	0			Ahir-Awal				500.93	-121.1	Ketelitian = 1 :	8813.1661		
								Koreksi				0.03068	-0.055				

gambar hasil pengukuran / Sheet1 / Sheet2 / Sheet3

Gambar 37. Pengolahan poligon terbuka

Adapun urut-urutan pengerjaan olah datanya adalah sebagai berikut :

a) Buat kolom-kolom seperti pembuatan kolom pada pengolahan data poligon sudut temu gelang, kecuali kolom untuk luas ditiadakan.

b) Isikan data hasil pengukuran lapangan pada kolom yang sesuai.

c) Ubah data sudut hasil pengukuran lapangan menjadi bentuk desimal. Di dalam contoh seperti terlihat pada kolom E.

d) Jumlahkan hasil pengukuran sudut pada kolom E ini. Dalam contoh diisi pada sel E19.

e) Besarnya koreksi sudut yang ditempatkan pada sel E20 dibuat dengan formula sebagai berikut :

=G18-G10-E19+7*180

- G18 adalah sel yang memuat angka azimuth akhir
- G10 adalah sel yang memuat angka azimuth awal

- E19 adalah sel yang memuat hasil penjumlahan sudut yang diukur.
- Angka 7 adalah nilai k dari jumlah sudut yang diukur.

E20 = =G18-G10-E19+7*180

	A	B	C	D	E	F	G
16	4	200	26	58	200.449	200.44954	101.403
17	Q	160	41	10	160.686	160.6862	82.0889
18	Acuan 2	82	5	20	(Azimut Akhir)		82.0889
19		Jumlah			1041.33	1041.3344	
20	Besar koreksi				0.00056	0	

Gambar 38. Jumlah sudut

f) Selanjutnya adalah lakukan koreksi pada setiap sudut yang diukur dengan formula sebagai berikut :

=E12+($E$20/6)

F12 = =E12+($E$20/6)

	A	B	C	D	E	F	G
6	NO	SUDUT			SUDUT	PERBAIKAN	AZIMUTH
7		o	'	''	(desimal)	SUDUT	
8	ACUAN						
9							
10		300	45	16	(Azimut Awal)		300.754
11							
12	P	200	19	18	200.322	200.32176	141.076
13	1	157	30	16	157.504	157.50454	118.581

Gambar 39. Koreksi sudut

g) Tahap berikutnya lakukan perhitungan pada setiap sisi poligon yang diukur, pengerjaanya sama seperti pada poligon temu gelang. Untuk cek kebenaran azimuth yang dihitung adalah pada perhitungan azimuth dari titik akhir ke acuan 2 harus sama dengan azimuth akhir hasil pengolahan data pengamatan matahari.

G17 =IF((G16+F17-180)>360,G16+F17-180-360,IF((G16+F17-180)<0,G16+F17-180+360,G16+F17-180))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
15	3	175	36	20	175.606	175.60565	80.9531	172	6
16	4	200	26	58	200.449	200.44954	101.403	1	6
17	Q	160	41	10	160.686	160.6862	82.0889		
18	Acuan 2	82	5	20	(Azimut Akhir)		82.0889		
19		Jumlah			1041.33	1041.3344			
20		Besar koreksi			0.00056	0			Ah

Gambar 40. Azimuth akhir pengukuran

h) Tahap berikutnya adalah menghitung dan menjumlahkan jarak datar, menghitung dan menjumlahkan delta X dan Y (sama dengan poligon temu gelang).

i) Delta X yang terkoreksi dihitung dengan tahapan sebagai berikut :

- Kurangkan X_{akhir} dengan X_{awal} simpan di salah sel, misal di sel M20
- Besarnya koreksi kesalahan adalah =M20-M19 (dimana M19 adalah jumlah dari delta X).
- Sisi poligon yang sudah terkoreksi ke arah horizontal adalah :

=M12+(L12/$L$19*$M$21)

	J	K	L	M	N	O	P	Q
6	TIKAL		JARAK	DELTA		KOREKSI		KOO
7	1	11	DATAR	X	Y	DELTA X	DELTA Y	X
8								
9								
10								
11								
12	7	12	100.86	63.37	-78.47	63.37565	-78.47868	1
13	16	48	99.842	87.675	-47.76	87.68092	-47.77385	163.375
14	32	36	83.971	83.694	6.811	83.69846	6.802714	251.056

Gambar 41. Koreksi delta X

- Hal yang sama berlaku juga untuk menentukan delta Y terkoreksi.

j) Untuk pengecekan kebenaran hasil koreksi yang dilakukan adalah jumlah delta X harus sama dengan X_{akhir} – X_{awal} dan jumlah delat Y harus sama dengan Y_{akhir} - Y_{awal}

k) Tahap terakhir adalah menentukan koordinat titik-titik poligon, dimana penentuannya adalah sama dengan penentuan koordinat pada poligon temu gelang.

3. Refleksi

LEMBAR REFLEKSI

Nama : ....

NIS : ....

Kelas : ....

a. Apakah kegiatan membuka pelajaran yang guru lakukan dapat mengarahkan dan mempersiapkan siswa mengikuti pelajaran dengan baik?

....

....

b. Bagaimana tanggapan siswa terhadap materi / bahan ajar yang guru sajikan sesuai dengan yang diharapkan? (Apakah materi terlalu tinggi, terlalu rendah, atau sudah sesuai dengan kemampuan awal siswa ?)

....

....

c. Bagaimana respons siswa terhadap media pembelajaran yang digunakan ? (Apakah media sesuai dan mempermudah siswa menguasai kompetensi / materi yang diajarkan?)

....

....

d. Bagaimana tanggapan siswa terhadap kegiatan belajar yang telah guru rancang?

....

....

e. Bagaimana tanggapan siswa terhadap metode / teknik pembelajaran yang guru gunakan ?

....

....

f. Bagaimana tanggapan siswa terhadap pengelolaan kelas (perlakuan guru terhadap siswa, cara guru mengatasi masalah, memotivasi siswa) yang guru lakukan?

....

....

g. Apakah siswa dapat menangkap penjelasan / intruksi yang guru berikan dengan baik ?

....

....

h. Bagaimana tanggapa siswa terhadap latihan atau penilaian yang guru berikan ?

....

....

i. Apakah siswa telah mencapai penguasaan kemampuan yang telah ditetapkan?

....

....

j. Apakah guru telah dapat mengatur dan memanfaatkan waktu pembelajaran dengan baik ?

....

....

k. Apakah kegiatan menutup pelajaran yang guru gunakan sudah dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran yang guru sampaikan ?

....

....

4. Tugas

a. Lakukanlah kegiatan pengamatan matahari di titik yang lokasinya berdekatan dengan areal hutan yang akan diukur! (Blanko pengamatan dan pengolahan terdapat pada lampiran 5 dan 6)

b. Lakukanlah kegiatan pengukuran areal hutan dengan menggunakan theodolit sudut (theodolit digital) sampai dengan menghasilkan peta! (Blanko pengambilan dan pengolahan data terdapat pada lampiran 7 dan 8)

5. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

a. Sebutkan bagian dari theodolit yang digunakan untuk membidik objek secara kasar!
b. Sebutkan bagian-bagian dari theodolit sudut (theodolit digital)!
c. Bagaimana cara (syarat) untuk mengkoreksi poligon tertutup?
d. Bagaimana cara (syarat) untuk mengkoreksi poligon yang diikat dengan dua titik pasti?
e. Berapa jumlah sudut dalam yang seharusnya kalau poligon yang diukur terdiri dari 8 titik?
f. Berapa jumlah sudut luar yang seharusnya kalau poligon yan diukur terdiri dari 8 titik?
g. Apabila diketahui benang atas sebesar 191 dan benang bawah sebesar 72, berapakah jarak lapangnya?
h. Apabila diketahui azimuth dari titik 1 ke titik 2 sebesar 247^{o}15’27” dan sudut 123 sebesar 143 ^{o} 41’30”. Hitunglah berapa azimuth dari titik 2 ke titik 3!

i. Hasil pengolahan data pengamatan matahari dari tempat berdiri alat ke titik acuan adalah 316 ^{o} 29’50”, sudut yang dibentuk dari titik acuan ke titik A adalah 75 ^{o} 25’05”. Hitunglah berapa azimuth dari tempat berdiri alat ke titik A?

j. Pengukuran dengan pembacaan sudut horizontal (azimuth) 46^{o}28’30”, jarak datar 62 m dan pembacaan sudut vertikal 81^{o}10’10”. Hitnglah berapa pertambahan ke arah vertikal (Δ Y)!

C. Penilaian

1. Sikap

Dalam melaksanakan penilaian sikap ada beberapa rambu-rambu yang harus dipegang para guru pengampu. Rambu-rambu tersebut antara lain adalah :

a. Instrumen penilaian sikap dirancang untuk mengukur sikap kerja sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) yang telah ditetapkan.

b. Rambu-rambu yang dipergunakan untuk melaksanakan penilaian ini dengan menggunakan kerangka kisi-kisi soal sebagai berikut :

No.	Jenis/Aspek Sikap	Standar Pencapaian		Strategi Penilaian
		Deskripsi	Skor	
1.	Mandiri	Melaksanakan kegiatan tanpa harus di perintah oleh guru		Observasi aktivitas peserta didik dalam melaksanakan kegiatan
		Selalu diperintah	1	
		Sering diperintah	2	
		Kadang-kadang diperintah	3	
		Jarang diperintah	4	
		Sangat jarang diperintah	5	
2.	Bertanggung jawab	Menyelesaikan kegiatan tepat waktu		Verifikasi rekaman penyerahan tugas-tugas peserta didik
		Sangat tepat waktu	5	
		Tepat waktu	4	
		Sedang	3	
		Kurang tepat waktu	2	
		Sangat kurang	1	

No.	Jenis/Aspek Sikap	Standar Pencapaian		Strategi Penilaian
		Deskripsi	Skor	
3.	Sikap percaya diri	Mampu tampil secara wajar dalam melaksanakan kegiatan		Observasi aktivitas peserta didik dalam melaksanakan kegiatan
		Selalu	5	
		Sering	4	
		Kadang-kadang	3	
		Jarang	2	
		Sangat jarang	1	
4.	Kedisiplinan dalam menjaga keselamatan kerja sesuai standar baku	Kedisiplinan dalam menjaga keselamatan kerja sesuai standar baku		Observasi aktivitas peserta didik dalam melaksanakan kegiatan
		Sangat disiplin	5	
		Disiplin	4	
		Sedang	3	
		Kurang disiplin	2	
		Sangat kurang disiplin	1	
Total Skor			4-20	

2. Pengetahuan

Para guru harus melaksanakan penilaian kognitif setelah siswa menyelesaikan seluruh proses pembelajaran. Dalam melaksanakan tes tersebut ada beberapa rambu-rambu yang harus dipegang para guru. Rambu-rambu tersebut adalah :

a. Penyusunan instrumen penilaian kognitif dirancang untuk mengukur dan menetapkan tingkat pencapaian kemampuan kognitif sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD).
b. Soal-soal yang dikembangkan sesuai dengan karakteristik aspek yang akan dinilai. Bentuk penilaian dapat menggunakan jenis-jenis tes tertulis yang dinilai cocok.
c. Bentuk penilaian kognitif ini dapat berbentuk pilihan ganda, essay, kasus dan lain-lain.
d. Rambu-rambu yang dipergunakan untuk menyusun soal tes dengan menggunakan kerangka kisi-kisi soal sebagai berikut :

Tingkat Kesulitan	Keterampilan Intelektual		
	C1/Ingatan (30 %)	C2/Pemahaman (40 %)	C3/Menjelaskan (30 %)
Mudah (30 %)	10 %	10 %	10 %
Sedang (40 %)	10 %	20 %	10 %
Sukar (30 %)	10 %	10 %	10 %

4) Kisi-kisi di atas tidak bersifat mengikat. Para guru dapat mengembangkan sendiri kisi-kisi tersebut sesuai dengan kebutuhan sekolahnya.
5) Tes kognitif ini digunakan untuk mengukur **Kompetensi Dasar (KD)**
6) Skor untuk setiap soal diserahkan pada guru pengampu.

3. Keterampilan

Dalam melaksanakan penilaian psikomotorik ada beberapa rambu-rambu yang harus dipegang para guru pengampu. Rambu-rambu tersebut antara lain adalah :

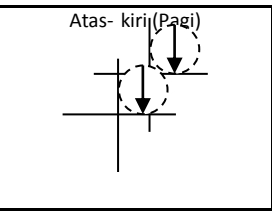
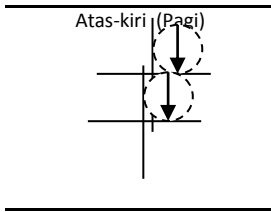
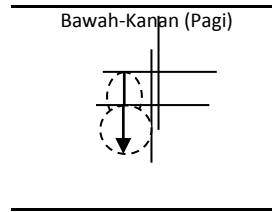
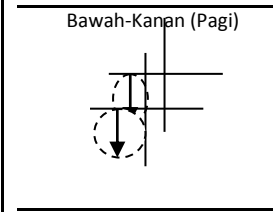
a. Instrumen penilaian psikomotor dirancang untuk mengukur dan menetapkan tingkat pencapaian kemampuan *psikomotorik* dan perubahan perilaku sesuai dengan Kompetensi Dasar yang telah ditetapkan.
b. Soal dikembangkan sesuai dengan karakteristik aspek yang akan dinilai dan dapat menggunakan metode tes psikomotorik yang tepat.
c. Rambu-rambu yang dipergunakan untuk melaksanakan tes ini dengan menggunakan kerangka kisi-kisi soal sebagai berikut :

Unit Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Domain	Aspek Penilaian	Kondisi Yang Diinginkan	Skor Nilai
Melakukan persiapan	Kegiatan persiapan kerja dapat dilakukan dengan baik	Knowledge	Kemampuan melakukan persiapan kegiatan	Tersedianya bahan/alat yang dapat digunakan dengan baik	0-5

Unit Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Domain	Aspek Penilaian	Kondisi Yang Diinginkan	Skor Nilai
				Tersusunnya langkah-langkah kerja dengan tepat	0-10
				Tersusunnya pembagian kerja kelompok dengan tepat	0-5
Mengumpulkan data/informasi	Data/informasi dapat dikumpulkan dengan benar	Knowledge	Kemampuan mengumpulkan data/ informasi yang dibutuhkan	Tersedianya waktu kegiatan dengan tepat	0-10
				Tersedianya data/ informasi yang dibutuhkan dengan benar	0-10
Mengolah data/informasi	Data/ informasi dapat di olah dengan benar	Knowledge	Kemampuan mengolah data/ informasi yang dibutuhkan	Tersedianya data/ informasi dengan lengkap	0-10
				Data/ informasi yang telah diolah dapat disimpulkan dengan benar	0-30
Menyajikan data/informasi	Laporan hasil telah tersusun dengan benar	Knowledge	Kemampuan menyusun laporan kegiatan	Tersedianya laporan kegiatan dengan benar	0-20

III. PENUTUP

Buku teks ini diharapkan menjadi materi pembelajaran dan bahan referensi bagi peserta didik dan para guru pengampu, guna menambah serta mengembangkan wawasan pengetahuan sesuai dengan tuntutan perkembangan jaman.

Buku teks "Pengukuran dan Pemetaan Hutan" ini tidak statis tetapi, bersifat dinamis dalam rangka mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan perkembangan pembangunan kehutanan. Sehingga, buku teks ini kedepannya akan terus disesuaikan dan dikembangkan mengikuti perkembangan ilmu dan teknologi. Dengan berkembangnya buku teks ini diharapkan mutu hasil pendidikan menengah kejuruan kehutanan dapat terus meningkat sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

'*Tidak Ada Gading yang Tak Retak*', kami sangat menyadari bahwa buku teks ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, saran dan kritik untuk perbaikan akan kami terima dengan tangan terbuka disertai dengan ucapan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, J.M dan Mikhail, E.M. 1998. Surveying: Theory and Practice. Boston: McGraw Hill.

Frick Heinz, 1979. Alat ukur Tanah dan Penggunaannya. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Ghilani, C.D dan Wolf, P.R. 2012. Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics. Boston: Pearson.

Kartawihardja, S B., 1988 Penentuan Azimuth dengan Pengamatan Matahari, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Ormsby. T.J. et al. 2010. Getting to Know ArcGIS Desktop. California: ESRI Press.

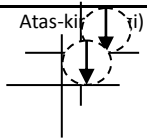
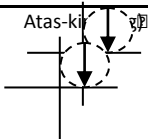
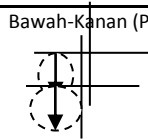
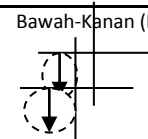
Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan Nomor: P.9/VII-SET/2012 Tentang Petunjuk Pelaksanaan Penataan Batas Kawasan Hutan Dengan Menggunakan GPS (Global Positioning System).

Prahasta, E. 2005. Sistem Informasi Geografi: Konsep-Konsep Dasar (Prespektif Geodesi & Geomatika). Bandung: CV. Informatika.

Sub Direktorat Pemetaan Sumber Daya Hutan. 2012. Petunjuk Teknis Penggambaran dan Penyajian Peta Kehutanan. Jakarta: Sub Direktorat Pemetaan Sumberdaya Hutan, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Whyte, W dan Paul, R. 2006. Basic Surveying. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Wolf, B., Walijatun, D., 1986 Pengukuran Tanah, Penerbit Airlangga, Jakarta.

Wongsotjitro, S., 1980. Ilmu Ukur Tanah. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Lampiran 1

LEMBAR PENGAMATAN MATAHARI UNTUK PENENTUAN KOREKSI BUOSSOLE

<table>
<tr><td colspan="2">Tanggal:
Titik berdiri:
Pengamat:</td><td colspan="3">Merk Theodolit:
Nomor seri:
Bayangan:
Cara Pengamatan:</td></tr>
<tr><td>Urutan Pengamatan</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Kedudukan Teropong</td><td>Biasa (B)</td><td>Luar Biasa (LB)</td><td>Luar Biasa (LB)</td><td>Biasa (B)</td></tr>
<tr><td>Posisi matahari terhadap benang silang teropong</td><td>Atas- kiri (Pagi)</td><td>Atas-kiri (Pagi)</td><td>Bawah-Kanan (Pagi)</td><td>Bawah-Kanan (Pagi)</td></tr>
<tr><td>Satuan</td><td>° " des</td><td>° " des</td><td>° " des</td><td>° " des</td></tr>
<tr><td>Waktu pengamatan (j m d)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Bacaan lingkaran tegak (V)
Ke tepi matahari
Koreksi (±) ½d</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ke pusat matahari (t)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Bacaan azimuth (α)
Ke tepi matahari
Koreksi (±) ½d / cos t
Ke pusat matahari (α)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Keterangan Lapangan :

Matahari ada di arah : Timur / Barat</td><td colspan="3">Koordinat tempat pengamatan (pendekatan)
φ =
λ =</td></tr>
<tr><td colspan="3">Catatan:
Tinggi: m
Temperatur: °C
Tekanan Udara: mmHg</td></tr>
</table>

Lampiran 2

LEMBAR PENGOLAHAN DATA PENGAMATAN MATAHARI UNTUK PENENTUAN KOREKSI BUOSSOLE

Tanggal: Titik berdiri: φ = λ = Rata-rata waktu pengamatan : Deklinasi (δ):		Merk Theodolit: Nomor seri: Bayangan: Cara Pengamatan: Pengamat/pengolah:		
Urutan Pengamatan	1	2	3	4
Kedudukan Teropong	Biasa (B)	Luar Biasa (LB)	Luar Biasa (LB)	Biasa (B)
Posisi matahari terhadap benang teropong	Atas-ki[illegible]i)	Atas-ki[illegible]	Bawah-Kanan (Pagi)	Bawah-Kanan (Pa[illegible]
Satuan	° " des	° " des	° " des	° " des
Tinggi pusat matahari (t)				
Koreksi Refraksi (r)				
H sebenarnya = t_S = t – r				
Sin t_S				
Cos t_S				
Sin δ				
Sin φ . Sin t_S				
Sin δ – (Sin φ . Sin t_S) = K				
Cos φ . Cos t_S = N				
K : N = Cos α				
Azimuth sebenarnya				
Azimuth pembacaan				
Koreksi Buossole (c)				
(c) rata-rata				
(c) rata-rata				

Catatan:

Pagi : α positif è = α — α negatif → = 180° – α

Sore : α positif è = 360° – α — α negatif → = 180° + α

Refraksi: tinggi semu (t): 8° ref 7' — tinggi semu (t): 15° ref 4' — tinggi semu (t): 30° ref 1'

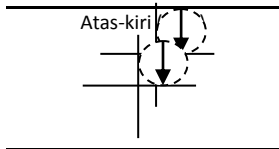
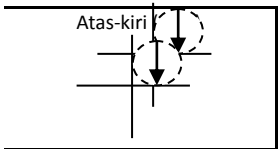
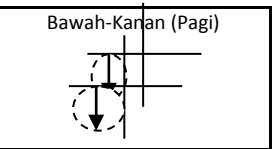
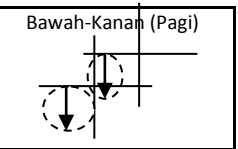
9° ref 6' — 20° ref 3'

10° ref 5' — 25° ref 2'

Lampiran 4

BLANKO PENGOLAHAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN THEODOLIT KOMPAS

Pengambil data : Alat Ukur : Hari :
Lokasi : Kor.Buossole : Tanggal :

No Titik	Azimuth (° ' ")		Jarak Datar	dx (d.SinA)	Koreksi	dy (d.CosA)	Koreksi	Koordinat	
	Ukuran	Perbaikan						X	Y

Lampiran 5

LEMBAR PENGAMATAN MATAHARI UNTUK PENENTUAN AZIMUTH ANTARA DUA TITIK

<table>
<tr><td colspan="2">Tanggal:
Titik berdiri:
Titik acuan:
Pengamat:</td><td colspan="3">Merk Theodolit:
Nomor seri:
Bayangan:
Cara Pengamatan:</td></tr>
<tr><td>Urutan Pengamatan</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Kedudukan Teropong</td><td>Biasa (B)</td><td>Luar Biasa (LB)</td><td>Luar Biasa (LB)</td><td>Biasa (B)</td></tr>
<tr><td>Posisi matahari terhadap benang silang teropong</td><td>Atas-kiri (Pagi)</td><td>Atas-kiri (Pagi)</td><td>Bawah-Kanan (Pagi)</td><td>Bawah-Kanan (Pagi)</td></tr>
<tr><td>Satuan</td><td>° " des</td><td>° " des</td><td>° " des</td><td>° " des</td></tr>
<tr><td>Waktu pengamatan (j m d)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Bacaan lingkaran tegak (V)
Ke tepi matahari
Koreksi (±) ½d</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Tinggi pusat matahari (h)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Bacaan lingkaran datar (Hz)
Ke titk acuan (S)
Ke tepi matahari
Koreksi (±) ½d / cos h</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ke pusat matahari (M)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Besar sudut (β) = S –M</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Keterangan Lapangan :
Posisi titik acuan terhadap matahari

Matahari ada di arah : Timur / Barat</td><td colspan="3">Koordinat tempat pengamatan (pendekatan)
φ =
λ =</td></tr>
<tr><td colspan="3">Catatan:
Tinggi: m
Temperatur: °C
Tekanan Udara: mmHg</td></tr>
</table>

Lampiran 6

LEMBAR PENGOLAHAN DATA PENGAMATAN MATAHARI UNTUK PENENTUAN AZIMUTH ANTARA DUA TITIK

<table>
<tr><td colspan="2">Tanggal:
Titik berdiri: φ=
Titik acuan:
Rataan Waktu: Waktu:
Deklinasi (δ):</td><td colspan="3">Merk Theodolit:
Nomor seri:
Bayangan:
Cara Pengamatan:
Pengamat/pengolah:</td></tr>
<tr><td>Urutan Pengamatan</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Kedudukan Teropong</td><td>Biasa (B)</td><td>Luar Biasa (LB)</td><td>Luar Biasa (LB)</td><td>Biasa (B)</td></tr>
<tr><td>Posisi matahari terhadap benang silang teropong</td><td>Atas-kiri</td><td>Atas-kiri</td><td>Bawah-Kanan (Pagi)</td><td>Bawah-Kanan (Pagi)</td></tr>
<tr><td>Satuan</td><td>° " des</td><td>° " des</td><td>° " des</td><td>° " des</td></tr>
<tr><td>Tinggi pusat matahari (h)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Refraksi (r)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H sebenarnya = h_S = h – r</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Sin h_S</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cos h_S</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Sin δ</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Sin φ . Sin h_S</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Sin δ – (Sin φ . Sin h_S) = K</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cos φ . Cos h_S = N</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>K : N = Cos A_M</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Azimuth ke pusat matahari= A_M</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Pengukuran Sudut = β</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Azimuth ke acuan = A_S = A_M + β</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Rata-rata A_S B, LB</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Rata-rata A_S</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Catatan: Pagi : AM positif è = AM   AM negatif ➔ = 180° – A_M
Sore : AM positif è = 360o – AM   AM negatif ➔ = 180° + A_M
Refraksi: tinggi semu (h): 8° ref 7’   tinggi semu (h): 15° ref 4’   tinggi semu (h): 30° ref 1’
9° ref 6’   20° ref 3’
10° ref 5’   25° ref 2’</td></tr>
</table>

Lampiran 7

BLANKO PENGAMBILAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN THEODOLIT DIGITAL

Pengambil data : Alat Ukur : Hari :
Lokasi : Azimuth Awal : Tanggal :

No Titik	Target	Pembacaan Sudut Hz	Sudut (° ' ")	Zenith (° ' ")	Jarak Pembacaan Rambu	Jarak Datar

Lampiran 8

BLANKO PENGOLAHAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN THEODOLIT DIGITAL

Pengambil data :   Alat Ukur :   Hari :

Lokasi :   AzimuthAwal :   Tanggal :

No Titik	Sudut (° ' ")	Koreksi	Azimuth	Jarak Datar Rata-rata	Δx (d.SinA)	Koreksi	Δy (d.CosA)	Koreksi	Koordinat	
									X	Y